

教育部-西门子产学合作专业综合改革项目系列教材

冲压工艺和级进模设计

李晓达 窦沙沙 倪骁骅 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是教育部“西门子 2013 年产学合作专业综合改革项目”系列教材之一（教高司函〔2013〕101 号）。本书的编写是在传统的冲压工艺和级进模设计理论的基础上，融入信息化软件，即冲压模具三维设计工具——Siemens NX PDW（Progressive Die Wizard）模块，实现了基础理论和先进设计工具的结合。教材使用者通过学习和实践，既可以掌握冲压工艺和级进模设计的基础理论知识，又可以利用 NX PDW 模块实现级进模的工艺设计、结构设计等。

本书可作为高等院校机械类专业的冲压工艺和模具设计课程教材，也可供相关工程技术人员学习。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

冲压工艺和级进模设计/李晓达，窦沙沙，倪骁骅主编. —北京：电子工业出版社，2015.8

教育部-西门子产学合作专业综合改革项目系列教材

ISBN 978-7-121-26577-8

I. ①冲… II. ①李… ②窦… ③倪… III. ①冲压—生产工艺—高等学校—教材②连续模—设计—高等学校—教材 IV. ①TG38②TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 154559 号

策划编辑：许存权

责任编辑：许存权 特约编辑：李 姣

印 刷：

装 订：

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：17.5 字数：440 千字

版 次：2015 年 8 月第 1 版

印 次：2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价：39.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

Preface

Siemens PLM Software has partnered with the Education Management Information Center of the People's Republic of China Ministry of Education (MOE) to support education in engineering technology and help provide the global manufacturing industry with a highly trained and heavily recruited workforce.

This textbook cultivates innovative engineering technology talent and enhances career competitive advantages for china's university students. It supports the use of leading edge technology to give students a solid platform to become the excellent engineer in the 21st century, and the pioneer the development of digital and intelligent manufacturing throughout the country.

This book combines theory and practice through explanation and examples to enhance the reader's basic knowledge and skills product lifecycle management (PLM).

The curriculum integrates attributes and processes from Siemens PLM software, which is used by leading manufacturing companies around the globe to develop some of the world's most sophisticated products. This includes NX™ software for integrated computer-aided design, manufacturing and engineering simulation (CAD/CAM/CAE), Teamcenter® software for digital lifecycle management software and Tecnomatix® software for digital manufacturing.

Strong instruction by top Chinese universities accelerates the development of certified industrial IT talent and boosts the application of computer-aided and digital technologies in the field of engineering.

We are impressed with the innovative engineering design projects developed by students leveraging this textbook with top notch classroom instruction.

Leo Liang
CEO and Managing Director
Greater China
Siemens PLM Software

Dora Smith
Global Director
Academic Partner Program
Siemens PLM Software

序 言

Siemens PLM Software 与教育部高等教育司合作，支持工科类教育事业，为全球制造业培养和提供大量训练有素的人才。

本系列教材适用于创新型工程技术人才的培养，有助于提高大学生的职业竞争力，为学生成为21世纪优秀工程师、全国的数字化和智能制造业发展先驱提供了一个领先的技术平台。

本系列教材理论和实践相结合，通过详细的解析及案例分析，增强了读者掌握产品全生命周期（PLM）的基本知识和技能。

本系列教材集成了Siemens PLM Software的操作及属性，该软件被全球制造业公司用于开发最复杂的产品，软件包括NX™集成计算机辅助设计、制造和工程仿真（CAD/CAM/CAE）软件、Teamcenter®产品全生命周期管理软件、Tecnomatix®数字化制造软件。

在其强有力的引导下，中国顶尖大学加速了工业认证IT人才的发展，提高了计算机辅助技术和数字化技术在工程领域的应用水平。

我们深信，读者在本系列教材及顶级课堂教学的指引下，便能掌握创新性工程设计项目的开发。

梁乃明

首席执行官兼董事总经理

大中华区

Siemens PLM Software

Dora Smith

全球总监

教育合作发展部

Siemens PLM Software

前 言

本书是教育部“西门子 2013 年产学合作专业综合改革项目”系列教材之一（教高司函[2013] 101 号）。本书的编写面向冲压模具设计与制造学科的建设与发展，考查了应用型学生的实际情况，以学生就业所需的专业知识及运用先进软件工具为着眼点，力求提高学生的实际运用能力，以期达到学以致用目的，使学生更好地适应社会的需求。

板料冲压在机械、汽车、电子、航空、轻工业等各种领域都有广泛的应用。由于采用冲压模具进行冲压加工，生产效率高、精度高、生产成本低、操作简单，很适合大批量生产，所以模具工业在制造业中的地位越来越重要。多工位级进模是冲压模具的一种，是在单工序冲压模具的基础上发展起来的多工序集成模具，在一副模具中可以完成冲裁、弯曲、拉深、成形等多种冲压工序，是当代先进模具的代表。但多工位级进模的结构比较复杂，模具的设计、制造难度和精度要求高，周期长，在进行模具设计时要考虑的内容比较多，因此对模具设计人员的业务水平要求也更高。

在本书编写时，改进了传统的课程体系，在冲压基础理论知识中融入冲压模具三维设计软件工具——Siemens PLM Software 的核心产品之一 NX 中的 PDW(Progressive Die Wizard) 模块，实现理论知识和设计工具相结合。NX PDW 模块是基于 NX 开发，并针对级进模开发设计的专业模块，它内嵌了大量的模具知识和模具行业的设计经验，提供了全流程的设计解决方案，它会一步步引导用户完成级进模设计的过程，极大地缩短了设计所需的时间，提高了效率。本书的使用者通过学习和实践既可以掌握冲压和级进模的基础理论知识，又可以利用 PDW 模块实现级进模的工艺设计、结构设计等。

本书共分为 8 章，作者分工如下：第 1 章由吉林大学珠海学院的李晓达、占向辉，以及黑龙江八一农垦大学工程学院的代洪庆编写；第 2 章的理论部分由厦门大学嘉庚学院的曾斌编写，软件部分由李晓达、占向辉编写；第 3 章由李晓达、曾斌编写；第 4 章的理论部分由曾斌编写，软件部分由盐城工学院的窦沙沙编写；第 5、7、8 章及第 6 章的软件部分由窦沙沙编写，第 6 章的理论部分由倪骁骅编写；吉林大学珠海学院机械与汽车工程系的 2011 级学生曾宪潮同学也在本书编写过程中做了大量工作。

在本书的编写过程中，得到了西门子工业软件（上海）有限公司的技术支持和指导，西门子工业软件（上海）有限公司的技术专家刘升明、肖金财、方正老师对本书的编写进行了审校，在此由衷地表示感谢。

Jim Rusk
产品工程软件高级副总裁
Siemens PLM Software

目 录

| | |
|--|------------------------------------|
| 第 1 章 多工位级进模设计基础..... 1 | 本章习题114 |
| 1.1 理论知识1 | 第 3 章 多工位级进模冲压力与压力中 心计算.....116 |
| 1.1.1 概述1 | 3.1 理论知识.....116 |
| 1.1.2 冲裁工艺设计基础.....2 | 3.1.1 冲压力计算116 |
| 1.1.3 弯曲工艺设计基础.....10 | 3.1.2 冲模压力中心计算 121 |
| 1.1.4 拉深工艺设计基础.....18 | 3.2 NX PDW 冲压力计算 123 |
| 1.1.5 其他成形工艺设计基础 ...22 | 3.2.1 功能概述..... 123 |
| 1.2 NX PDW 基础和零件预处理及 中间工步建立27 | 3.2.2 使用方法..... 123 |
| 1.2.1 NX PDW 概述27 | 3.3 案例分析..... 124 |
| 1.2.2 零件预处理及中间工步 建立28 | 3.3.1 案例 3-1: 计算冲压力 .. 124 |
| 1.3 案例分析33 | 3.3.2 案例 3-2: 计算冲压力 .. 128 |
| 1.3.1 案例 1-1: 中间工步的 建立33 | 本章习题 131 |
| 1.3.2 案例 1-2: 中间工步的 建立38 | 第 4 章 多工位级进模的模架及其导向 装置132 |
| 本章习题65 | 4.1 理论知识..... 132 |
| 第 2 章 多工位级进模条料的排样 66 | 4.1.1 模架..... 132 |
| 2.1 理论知识66 | 4.1.2 模架的导向装置 133 |
| 2.1.1 排样的作用与重要性66 | 4.2 NX PDW 模架设计与管理..... 143 |
| 2.1.2 多工位级进模排样设计 原则66 | 4.2.1 模架设计 143 |
| 2.1.3 载体的分类与特点70 | 4.2.2 工装设计 144 |
| 2.1.4 步距与定距定位方式73 | 4.2.3 冲模设计设置 146 |
| 2.1.5 排样图的画法与表示80 | 4.3 案例分析..... 147 |
| 2.1.6 多工位级进模排样实例 ...82 | 4.3.1 案例 4-1: 模架设计 147 |
| 2.2 NX PDW 条料排样87 | 4.3.2 案例 4-2: 模架设计 150 |
| 2.2.1 初始化项目87 | 本章习题 153 |
| 2.2.2 毛坯的导入和布局90 | 第 5 章 多工位级进模的凸、凹模结构 设计154 |
| 2.2.3 废料设计92 | 5.1 理论知识..... 154 |
| 2.2.4 条料排样95 | 5.1.1 凸、凹模的功能和设计 原则..... 154 |
| 2.3 案例分析99 | 5.1.2 凸模设计 155 |
| 2.3.1 案例 2-1: 条料排样.....99 | 5.1.3 凹模设计 163 |
| 2.3.2 案例 2-2: 条料排样.....104 | 5.2 NX PDW 凸、凹模设计..... 167 |
| | 5.2.1 冲裁镶块设计 167 |

| | | | |
|--------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|
| 5.2.2 折弯镶块设计..... | 171 | 7.1.2 使用方法..... | 241 |
| 5.2.3 成形镶块设计..... | 174 | 7.2 腔体设计..... | 243 |
| 5.2.4 翻扎镶块设计..... | 175 | 7.2.1 功能概述..... | 243 |
| 5.2.5 镶块辅助设计..... | 177 | 7.2.2 使用方法..... | 244 |
| 5.3 案例分析..... | 179 | 7.3 案例分析..... | 245 |
| 5.3.1 案例 5-1: 凸、凹模 设计 | 179 | 7.3.1 案例 7-1: 创建让位槽 实体与腔体设计 | 245 |
| 5.3.2 案例 5-2: 凸、凹模 设计 | 194 | 7.3.2 案例 7-2: 创建让位槽 实体与腔体设计 | 247 |
| 本章习题..... | 212 | 第 8 章 NX PDW 其他处理..... | 251 |
| 第 6 章 多工位级进模的其他结构件 设计 | 213 | 8.1 模具验证..... | 251 |
| 6.1 理论知识..... | 213 | 8.1.1 静态干涉检查 | 251 |
| 6.1.1 卸料装置 | 213 | 8.1.2 模具运动仿真 | 253 |
| 6.1.2 弹性元件简介..... | 215 | 8.1.3 设计更改检查 | 256 |
| 6.1.3 导料、托料装置..... | 217 | 8.2 文档设计..... | 256 |
| 6.1.4 顶出装置 | 218 | 8.2.1 物料清单..... | 256 |
| 6.1.5 限位装置 | 219 | 8.2.2 工程图纸..... | 258 |
| 6.1.6 固定板、垫板、螺钉、 销钉 | 220 | 8.2.3 孔表..... | 260 |
| 6.2 NX PDW 的标准件设计 | 221 | 8.3 流程管理..... | 262 |
| 6.2.1 标准件概述..... | 222 | 8.3.1 转换管理..... | 262 |
| 6.2.2 标准件调用..... | 222 | 8.3.2 并行设计管理 | 262 |
| 6.3 案例分析..... | 225 | 8.4 快速报价..... | 263 |
| 6.3.1 案例 6-1: 标准件调用..... | 225 | 8.5 案例分析..... | 263 |
| 6.3.2 案例 6-2: 标准件调用..... | 233 | 8.5.1 静态下检查干涉 | 263 |
| 本章习题..... | 240 | 8.5.2 运动中检查干涉 | 264 |
| 第 7 章 NX PDW 让位槽与腔体设计..... | 241 | 8.5.3 建立物料清单 | 267 |
| 7.1 让位槽设计 | 241 | 8.5.4 为组件创建工程图 | 268 |
| 7.1.1 功能概述 | 241 | 8.5.5 创建孔表..... | 270 |
| | | 参考文献 | 272 |

第 1 章 多工位级进模设计基础

1.1 理论知识

1.1.1 概述

级进模是指在一次冲压过程中，在多个工位同时完成多道工序的冲压模具，又称为连续模、跳步模。级进模是在单工序模具基础上发展起来的多工序集成模具，这种模具在一副模具中可以完成冲裁、弯曲、拉深、局部成形等多种冲压工序，其工序集成度之高、功能之广是其他模具无法与之相比的。级进模采用自动化送料，并设有安全监测保护装置，可实现高速无人冲压生产。模具的工作零件常采用高强度的高合金工具钢、高速钢或硬质合金等材料来制造。加工方法常采用先进的 CNC 加工、慢走丝线电极电加工和成削磨削等。这样，级进模有效地提高了生产效率，又能满足高精密、长寿命的产品需要。所以，多工位级进模已成为实现大生产、高效率、低成本的最佳选择，被称为现代高精密、高效率、长寿命的“三高”模具。

与其他冲压模具相比，级进模主要有以下几个特点。

1. 生产率高

级进模是在一次冲压过程中完成冲裁、翻边、弯曲、拉深等多道工序，并且排样采用多排，一次冲压可以出多件，所以显著提高了生产效率。级进模的设备采用高速冲压（通常为 800~1200 次/min），比普通冲压高出 10 倍以上，生产率很高。

2. 自动化程度高

多工位级进模采用自动送料装置才能实现自动冲压，一般要求送料精度高，送料进距易于调整。生产中常采用的送料装置有钩式送料装置、夹持式送料装置和辊式送料装置。对于一般的卷带料，还要有相应的开卷机、校平机。

3. 冲裁件尺寸精度高

多工位级进模适合大批量生产。冲裁件冲压精度高，可达 IT10 级。冲裁件尺寸一致性好，具有很好的互换性。

4. 模具寿命长

级进模可以把冲裁件的复杂内形或外形分解为简单的凸模和凹模外形，工序也可以分散在多个工位上，在工序集中的区域还可以设置空工位，这样就避免了凸、凹模壁厚过小的问

题，提高了模具的强度，延长了模具寿命。

5. 模具制造成本高

多工位级进模随着工位数的增加，相应要加工的模具零件数也增多，模具零件除了采用常规机械加工方法外，还采用电火花、线切割等特种加工方法。一些重要的工作零件，对尺寸精度要求高，一般采用高精度的精密设备（例如，坐标磨床、光学曲线磨床、慢走丝切割机床等），不仅加工周期长，而且工时费比普通加工高许多，所以成本比普通冲模高。

6. 模具维护困难

多工位级进模结构复杂，镶块较多，模具制造精度要求很高，这给模具的制造、调试及维修带来一定的难度。例如，在刃磨冲裁部分的凸、凹模刃口时，其高度要满足其他工位（如弯曲、拉深等）的凸、凹模高度。同时要求模具零件具有互换性，在模具零件磨损或损坏后，要求更换迅速、方便、可靠。

1.1.2 冲裁工艺设计基础

1.1.2.1 冲裁件的精度、表面粗糙度和毛刺

1. 冲裁件的精度

冲裁件即制件，它的精度与许多因素有关，最直接的是与模具制造精度有关，它们之间的关系见表 1-1。在设计冲裁件时，尽可能保证制件的精度在合理范围内。

表 1-1 冲裁件精度与模具制造精度之间的关系

| 冲模制造精度 | 板料厚度 t/mm | | | | | | | | | |
|---------|--------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
| IT6~IT7 | IT8 | IT8 | IT9 | IT10 | IT10 | — | — | — | — | — |
| IT7~IT8 | — | IT9 | IT10 | IT10 | IT12 | IT12 | IT12 | — | — | — |
| IT9 | — | — | — | IT12 | IT12 | IT12 | IT12 | IT12 | IT14 | IT14 |

冲裁件的精度一般可分为经济级和精密级两类。经济级即普通冲裁精度，模具工作部分制造精度为 IT8 级。精密级即高级精度，模具工作部分制造精度为 IT7 级以上。金属普通冲裁内、外形所能达到的经济精度一般均不高于 IT10 级，在选取冲裁件的精度时，一般要求落料件精度最好低于 IT10 级，冲孔件最好低于 IT9 级。

2. 冲裁件的切断面表面粗糙度

冲裁件剪切断面的粗糙度一般为 $R_a > 12.5\mu\text{m}$ ，具体数值可参考表 1-2。若冲裁件设计要求超过此表要求，则普通冲裁是难以满足的，这就要通过整修工艺或精冲工艺来满足。

表 1-2 一般冲裁件剪切断面的近似表面粗糙度

| 板料厚度 t/mm | ≤ 1 | $>1\sim 2$ | $>2\sim 3$ | $>3\sim 4$ | $>4\sim 5$ |
|-------------------------|----------|------------|------------|------------|------------|
| 表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$ | 3.2 | 6.3 | 12.5 | 25 | 50 |

3. 金属冲裁件允许的毛刺高度

毛刺精度等级分为三级：A 为精密级，适用于要求较高的冲裁件；B 为中等级，适用于中等要求的冲裁件；C 为粗糙级，适用于一般要求的冲裁件，毛刺高度要求见表 1-3。

表 1-3 冲压件毛刺高度的极限值 单位: mm

| 材料抗拉强度 MPa | 加工精度级别 | 冲压件的材料厚度 | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | ≤0.1 | >0.1 ~0.2 | >0.2 ~0.3 | >0.3 ~0.4 | >0.4 ~0.7 | >0.7 ~1.0 | >1.0 ~1.6 | >1.6 ~2.5 | >2.5 ~4.0 | >4.0 ~6.5 | >6.5 ~10.0 |
| >100 ~250 | A | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.09 | 0.12 | 0.17 | 0.25 | 0.36 | 0.60 | 0.95 |
| | B | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.12 | 0.17 | 0.25 | 0.37 | 0.54 | 0.90 | 1.42 |
| | C | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.10 | 0.17 | 0.23 | 0.34 | 0.50 | 0.72 | 1.20 | 1.90 |
| >250 ~400 | A | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.12 | 0.18 | 0.25 | 0.36 | 0.50 |
| | B | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.13 | 0.18 | 0.26 | 0.37 | 0.54 | 0.75 |
| | C | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | 0.17 | 0.24 | 0.35 | 0.50 | 0.73 | 1.00 |
| >400 ~630 | A | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | 0.20 | 0.22 | 0.32 |
| | B | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.11 | 0.16 | 0.30 | 0.33 | 0.48 |
| | C | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.10 | 0.15 | 0.22 | 0.40 | 0.45 | 0.65 |
| >630 | A | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.13 | 0.17 |
| | B | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.13 | 0.19 | 0.26 |
| | C | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.12 | 0.18 | 0.26 | 0.35 |

1.1.2.2 冲裁件的工艺性

冲裁的工艺性是指冲裁件对冲压工艺的适应能力，即冲裁的难易程度。良好的冲裁工艺性是指用普通的冲裁方法，在模具寿命和生产率较高、成本较低条件下得到质量较好的冲裁件。

1. 对冲裁件的形状要求

- (1) 制件的料厚不能太厚。用于级进冲裁的料厚应小于 5mm，实际应用时小于 3mm，多数为 2mm 以下最常用。
- (2) 制件的外形不能太大。级进冲裁的外形尺寸一般在 300mm 以下，太大了模具外形尺寸大，没有太大的压力机可以安装使用。
- (3) 冲裁件的形状应尽可能设计成对称、简单和便于实现无废料及少废料的排样，如设计成图 1-1 (a) 所示结构，采用有废料搭边的排样。如果工件只是要求三个装配用的孔有精确的位置，而外形是无关紧要的，则改成图 1-1 (b) 所示的结构，便能采用无废料搭边的排样，使材料利用率提高 40%，并且一次能冲出两个制件，生产率提高 1 倍，成本也降低了。因此，改进后的制件的工艺性比原制件的工艺性好。
- (4) 冲裁件的外形，除在少、无废料排样或采用镶拼模结构时，允许工件有尖锐的清角外，冲裁件的外形或内孔的交角处，应避免尖锐的清角，其交角处用适宜的圆角相连，如图 1-2 所示。

冲裁凹模拐角处以圆弧过渡，便于模具加工，减少热处理或冲压时在尖角处的开裂，同时可以防止尖角部位的刃口磨损过快而导致模具寿命降低。其圆角半径 *R* 的最小值，参照表 1-4 选取。

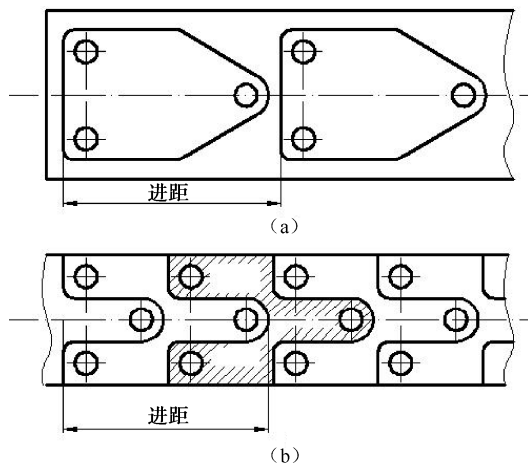


图 1-1 无废料冲裁件的制件形状

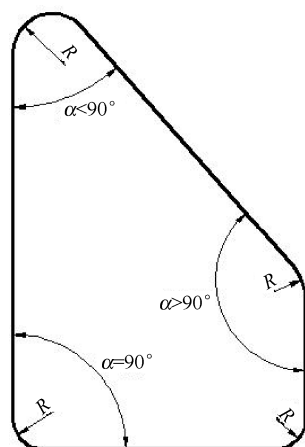


图 1-2 冲裁件的交角与圆角

表 1-4 冲裁件的最小圆角半径

| 工 序 | 角 度 | 最小圆角半径 R_{\min} | | |
|-----|------------------------|-------------------|---------|---------|
| | | 黄铜、纯铜、铝 | 低碳钢 | 高碳钢 |
| 落料 | $\alpha \geq 90^\circ$ | $0.18t$ | $0.25t$ | $0.35t$ |
| | $\alpha < 90^\circ$ | $0.35t$ | $0.50t$ | $0.70t$ |
| 冲孔 | $\alpha \geq 90^\circ$ | $0.20t$ | $0.30t$ | $0.45t$ |
| | $\alpha < 90^\circ$ | $0.40t$ | $0.60t$ | $0.90t$ |

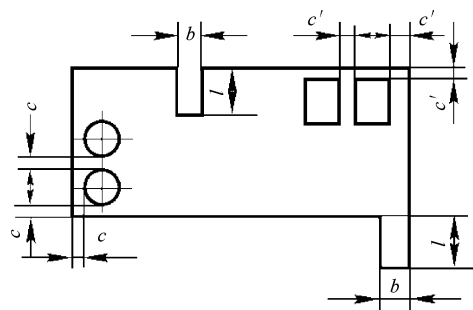


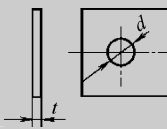
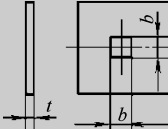
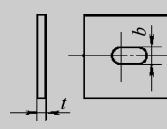
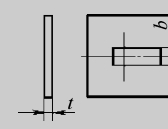
图 1-3 冲裁件的悬臂和窄槽

(5) 冲裁件应避免有过长的悬臂和窄槽，如图 1-3 所示。这样的设计能有利凸、凹模的加工，提高凸、凹模的强度，防止崩刃。一般材料取 $b \geq 1.5t$ ；高碳钢应同时满足 $b \geq 2t$ ， $l \leq 5b$ ；但 $b \leq 0.25\text{mm}$ 时模具制造难度已相当大，所以 $t \leq 0.5\text{mm}$ 时，前述要求按 $t=0.5\text{mm}$ 判断。

2. 对冲孔件尺寸要求

(1) 因受凸模刚度的限制，冲裁件的孔径不宜太小。冲孔最小尺寸取决于冲压材料的力学性能与凸模强度和模具结构。各种形状孔的最小尺寸的确定可参考表 1-5。

表 1-5 无导向凸模冲孔的最小尺寸

| 材 料 | 示意图及尺寸要求 | | | |
|-------|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |
| 硬钢 | $d \geq 1.3t$ | $b \geq 1.2t$ | $b \geq 0.9t$ | $b \geq 1.0t$ |
| 软钢、黄铜 | $d \geq 1.0t$ | $b \geq 0.9t$ | $b \geq 0.7t$ | $b \geq 0.8t$ |
| 铝、锌 | $d \geq 0.8t$ | $b \geq 0.7t$ | $b \geq 0.5t$ | $b \geq 0.6t$ |

(2) 制件的冲孔边缘离外形轮廓线的最小距离随制件与孔的形状不同而有一定的限制, 如图 1-4 所示。

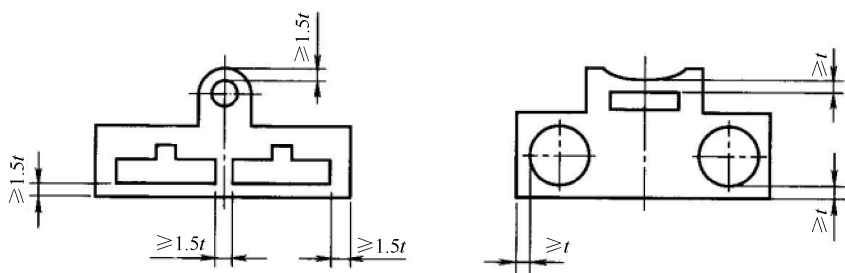


图 1-4 孔边距离最小数值

当冲孔边缘与制件外形轮廓边缘不平时, 最小距离应不小于 t ; 平时则应不小于 $1.5t$, t 为冲裁件料厚, $t < 1\text{mm}$ 时, 按 $t = 1\text{mm}$ 计算。

(3) 在弯曲或拉深件上冲孔时, 孔的尺寸除应符合上述原则外, 其孔壁与制件直壁之间应保持一定的距离 (见图 1-5)。如果距离太小时, 则在冲孔时会使凸模因受水平侧向推力的作用而被折断。

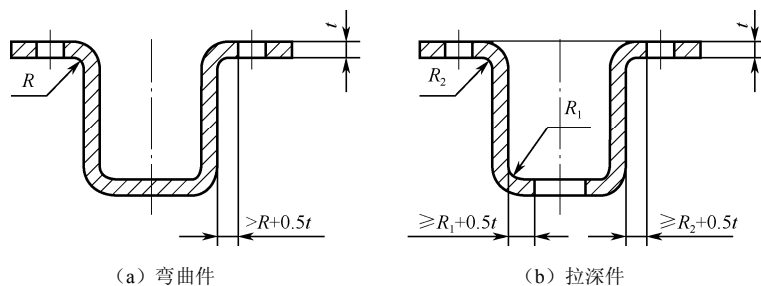


图 1-5 弯曲或拉深件上冲孔的合适位置

拉深件底部的孔可在拉深过程结束时冲出, 也可用单独的工序冲出。但凸缘上的孔只能在拉深后利用单独工序冲出。

1.1.2.3 合理选用冲裁间隙

1. 常用冲裁间隙值

合理冲裁间隙主要与被冲裁的材料厚度、材料的力学性能不同有关。目前可供应用的参考资料不少, 但都是经验值, 其值用被冲材料的厚度乘以系数表示, 即

$$Z = mt \quad (1-1)$$

式中: Z ——合理冲裁间隙, mm ;

m ——系数, 与材料性质、厚度有关, 见表 1-6, 表中数值为百分数;

t ——材料厚度, mm 。

经验确定间隙法比较简单, 常为模具设计者所采用。不同行业、不同产品、不同要求, 在具体确定间隙大小时, 有些变化。

表 1-6 冲裁间隙（双面）系数

| 材料 | 抗剪强度 τ /MPa | 间隙类别 | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|
| | | I | II | III |
| 低碳钢 08F、10F、10、20、Q235A | $\geq 210 \sim 400$ | 6~14 | 14~20 | 20~25 |
| 中碳钢 45、4Cr13 不锈钢 1Cr18Ni9Ti 膨胀合金（可伐合金）4J29 | $\geq 400 \sim 550$ | 7~16 | 16~22 | 22~30 |
| 高碳钢 T8A、T10A、65Mn | $\geq 590 \sim 930$ | 16~24 | 24~30 | 30~36 |
| 纯铝 1060（L2）、1050A（L3）、 1035（L4）、1200（L5） 铝锰合金（软态）3A21（LF21） 黄铜（软态）H62 纯铜（软态）T1、T2、T3 | $\geq 65 \sim 255$ | 4~8 | 9~12 | 13~18 |
| 黄铜（硬态）、纯铜（硬态）、铅黄铜 | $\geq 290 \sim 420$ | 6~10 | 11~16 | 17~22 |
| 铝合金（硬铝、杜拉铝）2A12（LY12） 锡磷青铜、铝青铜、铍青铜 | $\geq 125 \sim 550$ | 7~12 | 14~20 | 22~26 |
| 镁合金 | $\geq 120 \sim 180$ | 3~5 | | |
| 硅钢 | 190 | 5~10 | 10~18 | |

注：表中适用厚度 10mm 以下的金属材料，考虑到料厚对间隙系数的影响，将料厚分成 0.1~1mm、1.2~3mm、3.5~6mm、7~10mm 四档，当料厚为 0.1~1mm 时，各类间隙系数取下限值，并以此为基数，随着料厚的增加，再逐渐递增（1%~2%） t （ t 为料厚，有色金属和低碳钢取小值，中碳钢和高碳钢取大值）。

2. 选用冲裁间隙的依据和原则

（1）选用的间隙应使制件尺寸精度符合要求，边缘毛刺最小，冲模寿命最高。

（2）冲裁料厚 $t < 0.5\text{mm}$ 的一般制件，常采用最小间隙； $t > 0.5\text{mm}$ 的一般制件，在满足冲裁质量的前提下，为提高模具寿命，一般采用大的间隙；对制件有特殊要求时，可采用小间隙。

（3）遇有下列情况应加大间隙。

- ① 厚料冲小孔，即冲孔直径小于料厚（ $d < t$ ）；
- ② 同样条件下，冲孔间隙比落料可大些；
- ③ 硬质合金冲模需加大 30% 的冲裁间隙；
- ④ 凹模壁或复合模的凸、凹模壁较薄时；
- ⑤ 硅钢片料中含硅量大；
- ⑥ 高速冲压时，如冲程次数超过 200 次/min 时，模具易发热，需增大 10% 左右。

（4）遇有下列情况应减小间隙值。

- ① 凹模为斜刃口；
- ② 采用电火花穿孔加工凹模型孔的，间隙值应比磨削加工取小（0.2%~2%） t ；
- ③ 加热冲裁；
- ④ 冲孔后需攻螺纹的制件。

3. 间隙方向的确定原则

冲裁时，由于凸、凹模间存在间隙，使落下的件或冲出的孔的断面均带有锥度。测量发

现,落料件尺寸基本上等于凹模尺寸;冲孔的尺寸基本上等于凸模尺寸。所以间隙的选取原则应根据落料和冲孔的不同情况而区别对待。

- (1) 落料时,因制件尺寸随凹模尺寸而定,故间隙应在减小凸模尺寸方向取得。
 - (2) 冲孔时,因孔尺寸随凸模尺寸而定,故间隙应在增大凹模尺寸方向取得。
- 考虑到凸、凹模的磨损,尺寸将有变化,在制造新模具时,应采用最小合理间隙。

1.1.2.4 冲裁模凸模、凹模刃口尺寸及制造公差

凸模和凹模的刃口尺寸和公差,直接影响冲裁件的尺寸精度。模具的合理间隙值也由凸、凹模刃口尺寸及其公差来保证。因此,正确确定凸、凹模刃口尺寸和公差,是冲裁模设计中的一项重要工作。

1. 凸凹模刃口尺寸计算的原则

由上节间隙方向的确定原则可知如下情况。

(1) 落料时,制件尺寸与凹模尺寸相当,所以在设计落料模时,先确定凹模刃口尺寸。又因为落料件尺寸会随凹模刃口的磨损而增大,为保证凹模磨损到一定程度仍可以冲裁出合格零件,所以凹模的基本尺寸应取落料件尺寸公差范围内较小尺寸。而落料凸模的基本尺寸等于凹模的基本尺寸减去最小合理间隙。

(2) 冲孔时,制件孔的尺寸与凸模尺寸相当,所以在设计冲孔模时,先确定凸模刃口尺寸。又因为冲孔的尺寸会随凸模刃口的磨损而减小,所以凸模基本尺寸应取制件孔的尺寸公差范围内的较大尺寸。冲孔凹模的基本尺寸则是在凸模基本尺寸上加上最小合理间隙。

(3) 凸、凹模刃口部分尺寸的制造公差要根据冲裁件的尺寸公差和模具的加工方法来确定,一般冲裁模具的制造精度比制件的精度高2~4级。对于形状简单的圆形、方形刃口,其制造偏差值可按IT6~IT7级来选取;对于形状复杂的刃口制造偏差可按工件相应部位公差值的1/4来选取;对于刃口尺寸磨损后无变化的制造偏差值可取工件相应部位公差值的1/8并冠以(±)。

(4) 凸、凹模刃口尺寸的制造偏差在标注时一般都应按“入体”原则标注为单向公差,即标注制件尺寸公差时应向材料实体方向单向标注。但对于磨损后无变化的尺寸,一般标注双向偏差。

2. 按凸模与凹模图样分别加工法

这种方法主要适用于圆形或简单规则形状的工件,因冲裁此类工件的凸、凹模制造相对简单,精度容易保证,所以可分别加工。设计时,需在图纸上分别标注凸模和凹模刃口尺寸及制造公差。由于凸、凹模是分别按照其刃口尺寸和公差加工的,所以凸、凹模具有互换性。级进模常用这种计算方法。

设落料件外形尺寸为 D_{-A}^0 ,冲孔件孔的尺寸为 d_0^{+A} ,根据上述刃口尺寸计算原则,

(1) 落料时

$$D_d = (D_{\max} - x\Delta)_0^{+\delta_d} \quad (1-2)$$

$$d_p = (D_d - Z_{\min})_{-\delta_p}^0 \quad (1-3)$$

(2) 冲孔时

$$d_p = (d_{\min} + x\Delta)_{-\delta_p}^0 \quad (1-4)$$

$$D_d = (d_p + Z_{\min})_0^{+\delta_d} \quad (1-5)$$

(3) 孔心距

$$L_d = L \pm \frac{1}{8} \Delta \quad (1-6)$$

式中: D_d , d_p ——分别为凹模和凸模的基本尺寸;

D_{\max} ——落料件最大极限尺寸;

d_{\min} ——冲孔件最小极限尺寸;

L , L_d ——工件孔心距和凹模孔心距的基本尺寸;

Δ ——冲裁件的公差;

x ——磨损系数, 查表 1-7 或直接按 1 选取;

δ_d , δ_p ——分别为凹模和凸模的制造公差, 可按 IT6~IT7 级取, 也可查表 1-8;

表 1-7 磨损系数 x

| 板料厚度 t/mm | 制件公差 Δ/mm | | | | |
|--------------------|-------------------------|-----------|-------------|----------|-------------|
| <1 | ≤ 0.16 | 0.17~0.35 | ≥ 0.36 | <0.16 | ≥ 0.16 |
| 1~2 | ≤ 0.20 | 0.21~0.41 | ≥ 0.42 | <0.20 | ≥ 0.20 |
| 2~4 | ≤ 0.24 | 0.25~0.49 | ≥ 0.50 | <0.24 | ≥ 0.24 |
| >4 | ≤ 0.30 | 0.31~0.59 | ≥ 0.60 | <0.30 | ≥ 0.30 |
| 磨损系数 | 非圆形 x 值 | | | 圆形 x 值 | |
| | 1.0 | 0.75 | 0.5 | 0.75 | 0.5 |

表 1-8 规则形状冲裁模凸、凹模制造公差

单位: mm

| 基本尺寸 | δ_p | δ_d | 基本尺寸 | δ_p | δ_d |
|-----------|------------|------------|----------|------------|------------|
| ≤ 18 | -0.020 | +0.020 | >180~260 | -0.030 | +0.045 |
| >18~30 | -0.020 | +0.025 | >260~360 | -0.035 | +0.050 |
| >30~80 | -0.020 | +0.030 | >360~500 | -0.040 | +0.060 |
| >80~120 | -0.025 | +0.035 | >500 | -0.050 | +0.070 |
| >120~180 | -0.030 | +0.040 | | | |

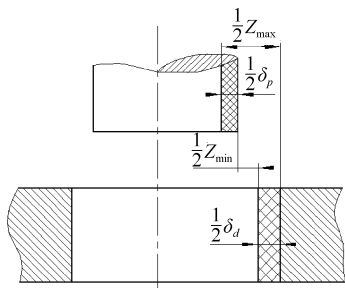


图 1-6 凸、凹模的制造公差与间隙之间的关系

用分别加工法计算刃口尺寸时, 如图 1-6 所示, 为了保证冲裁间隙, 凸、凹模的制造公差必须满足下列条件, 即

$$|\delta_p| + |\delta_d| + Z_{\min} \leq Z_{\max} \quad (1-7)$$

$$|\delta_p| + |\delta_d| \leq Z_{\max} - Z_{\min}$$

式中: Z_{\max} ——最大合理间隙;

Z_{\min} ——最小合理间隙。

否则模具的制造公差超过了允许的变动范围 $Z_{\min} \sim Z_{\max}$, 则会影响模具的使用寿命。

3. 凸模与凹模配作法

对于冲裁形状复杂或由薄板制件的模具, 若采用分别加工法计算凸、凹模刃口尺寸, 其凸、凹模制造公差往往较小, 这给模具的加工带来较大难度。

因此,这类模具通常采用凸、凹模配作法计算其刃口尺寸。

所谓的配作法就是先按计算原则制出一个基准件(凸模或凹模),然后根据基准件的实际尺寸,配作另一个件(凹模或凸模),使它们之间保留一个最小的合理间隙。这种加工方法的特点是模具的制造公差受间隙的影响,一般可取制件公差的1/4。

由于制件的各部分尺寸性质不同,凸模和凹模磨损后,尺寸变化趋势也不同,所以基准件的刃口尺寸计算的方法也不同。

(1) 落料

图1-7(a)是一个落料件,计算时应以凹模为基准件,凹模磨损以后尺寸有三种变化,第一种是磨损以后增大的尺寸(如图1-7(b)所示的A类尺寸);第二种是磨损以后减小的尺寸(如图1-7(b)所示的B类尺寸);第三种是磨损以后不变的尺寸(如图1-7(b)所示的C类尺寸)。

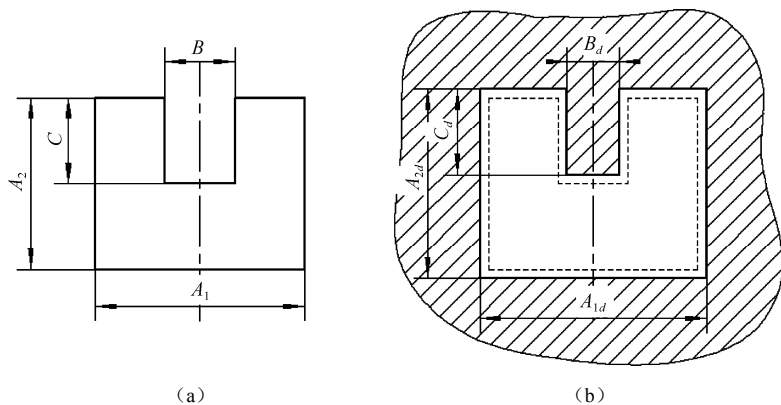


图1-7 复杂冲裁件和凹模刃口

其基准件凹模的刃口尺寸如下。

第一类尺寸(磨损后会增大的尺寸):

磨损以后会增大的尺寸计算刃口尺寸时,相当于简单形状的落料凹模尺寸,所以它的基本尺寸及制造公差与公式相似,即

$$A_d = (A_{\max} - x\Delta)_0^{+\frac{\Delta}{4}} \quad (1-8)$$

第二类尺寸(磨损后会减小的尺寸):

磨损以后会减小的尺寸计算刃口尺寸时,相当于简单形状的冲孔凸模尺寸,所以它的基本尺寸及制造公差与公式相似,即

$$B_d = (B_{\min} + x\Delta)_0^{-\frac{\Delta}{4}} \quad (1-9)$$

第三类尺寸(磨损后会基本不变的尺寸):

磨损以后基本不变的尺寸计算刃口尺寸时,相当于简单形状的孔心距尺寸,所以它的基本尺寸及制造公差与公式相似,即

$$C_d = \left(C_{\min} + \frac{1}{2}\Delta \right) \pm \frac{\Delta}{8} \quad (1-10)$$

以上是落料件凹模的刃口尺寸的计算方法,凸模的刃口尺寸只是按照凹模的实际尺寸配

作,使凸凹模制件保留一个最小合理间隙 Z_{\min} 。此时在图纸上标注其基本尺寸,并在技术要求中注明,凸模尺寸按凹模的实际尺寸配作,保留最小合理间隙 Z_{\min} 。

(2) 冲孔

冲孔时应以凸模为基准件配作凹模,同样先根据凸模各部分磨损后的变化,分成三种情况进行计算,其方法和原理与上述落料件时相同。

1.1.3 弯曲工艺设计基础

级进弯曲是指弯曲件采用级进模在多个工位上分步弯曲成形的一种冲压方法。级进弯曲件一般都比较小。工件的弯曲成形在一次送料中完成,减少了中间定位和人为操作所造成的误差。级进模的弯曲工序往往比单工序模弯曲要多一些,目的是使制件的弯曲变形部位逐渐弯曲,有利于成形并提高弯曲件质量。

弯曲件的工艺性好,则可以保证弯曲件的精度且节省材料,并能简化弯曲工艺过程和模具结构。

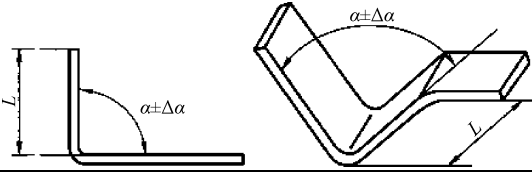
1.1.3.1 弯曲件精度

弯曲件的精度受坯料定位、偏移、翘曲和回弹等因素影响,弯曲的工序数目越多,弯曲件的精度越低。所以弯曲件的精度要求应合理。弯曲件的精度一般在 IT13 级以下,角度公差最好大于 $15'$ 。弯曲件可以达到的直线尺寸精度和弯曲角度公差分别见表 1-9、表 1-10。

表 1-9 弯曲件直线尺寸的精度

| 弯曲件直边尺寸/mm | 材料厚度 t /mm | | |
|------------|--------------|------|------|
| | ≤ 1 | 1~3 | 3~6 |
| ≤ 100 | IT12~IT13 | IT14 | IT15 |
| 100~200 | IT14 | IT14 | IT15 |
| 200~400 | IT14 | IT15 | IT16 |
| 400~700 | IT15 | IT15 | IT16 |

表 1-10 弯曲件的角度公差



| 角短边的长度 L | 非配合的角度偏差 $\Delta\alpha$ | 最小的角度偏差 $\Delta\alpha$ |
|------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | $\pm 7^\circ$ 0.25 | $\pm 4^\circ$ 0.14 |
| >1~3 | $\pm 6^\circ$ 0.21~0.63 | $\pm 3^\circ$ 0.11~0.32 |
| >3~6 | $\pm 5^\circ$ 0.53~1.05 | $\pm 2^\circ$ 0.21~0.42 |

续表

| 角短边的长度 L | 非配合的角度偏差 $\Delta\alpha$ | 最小的角度偏差 $\Delta\alpha$ |
|----------|-------------------------|------------------------|
| >6~10 | $\pm 4^\circ$ | $\pm 1^\circ 45'$ |
| | 0.84~1.40 | 0.37~0.61 |
| >10~18 | $\pm 3^\circ$ | $\pm 1^\circ 30'$ |
| | 1.05~1.89 | 0.52~0.94 |
| >18~30 | $\pm 2^\circ 30'$ | $\pm 1^\circ$ |
| | 1.57~2.62 | 0.63~1.00 |
| >30~50 | $\pm 2^\circ$ | $\pm 45'$ |
| | 2.09~3.49 | 0.79~1.31 |
| >50~80 | $\pm 1^\circ 30'$ | $\pm 30'$ |
| | 2.62~4.19 | 0.88~1.40 |
| >80~120 | $\pm 1^\circ$ | $\pm 25'$ |
| | 2.79~4.18 | 1.61~1.74 |
| >120~180 | $\pm 50'$ | $\pm 20'$ |
| | 3.49~5.24 | 1.40~2.10 |

注：1. 横线上部数据为弯曲件角度的正负偏差，横线下部数据表示角度正负偏差值相对应的角短边端点偏摆正负距离。
2. 大的角短边长度级进模生产用不上，可供单工序模生产参考。

1.1.3.2 弯曲件的工艺性

1. 最小弯曲半径 r_{\min} 与最小相对弯曲半径

弯曲处的圆角半径 r 不宜太小。材料在弯曲变形过程中，弯曲变形区的外层材料受拉伸，内层材料受压缩，当材料的厚度一定时，弯曲半径越小，弯曲的变形程度越大。当弯曲半径小到一定数值时，由于材料外层所受拉应力超过材料最大许可变形，使制件的弯曲处出现裂纹，甚至开裂，从而使制件报废。因此，从弯曲工艺来要求，制件的弯曲圆角半径不宜太小。

在弯曲加工中，不产生弯曲裂纹的圆角半径最小值，称为最小弯曲半径（用 r_{\min} 表示）。产品设计时，一般选用较大一点的弯曲半径，而尽可能不用最小弯曲半径值。但弯曲半径也不能太大，太大了受回弹影响，弯曲角度和圆角半径的精度不能达到要求。

最小弯曲半径与材料的力学性能、表面质量、轧制纹向等因素有关。其允许值如表 1-11 所示。

表 1-11 板材弯曲件的最小弯曲半径 r_{\min} 单位：mm

| 材 料 | 压弯线与材料 轧纹垂直 | 压弯线与材料 轧纹平行 | 材 料 | 压弯线与材料 轧纹垂直 | 压弯线与材料 轧纹平行 |
|--------------------------|----------------|----------------|---|----------------|----------------|
| 08F、08Al | 0.2 <i>t</i> | 0.4 <i>t</i> | 25、30、35、40、Q255、 10Ti、13MnTi、 16MnL、16MnREL 65Mn 特硬 | 1.3 <i>t</i> | 1.7 <i>t</i> |
| 10、15、Q195 | 0.5 <i>t</i> | 0.8 <i>t</i> | | | |
| 20、Q215、Q235、 09MnREL | 0.8 <i>t</i> | 1.2 <i>t</i> | | | |
| | | | 65Mn 特硬 | 2.0 <i>t</i> | 4.0 <i>t</i> |

续表

| 材 料 | | 压弯线与材料 轧纹垂直 | 压弯线与材料 轧纹平行 | 材 料 | | 压弯线与材料 轧纹垂直 | 压弯线与材料 轧纹平行 |
|----------|----------|----------------|----------------|------------|----|----------------|----------------|
| 65Mn | 硬 | 3.0t | 6.0t | | 退火 | 0.3t | 0.5t |
| 1Cr18Ni9 | 硬 | 5.0t | 2.0t | BZn15-20 | 硬 | 2.0t | 3.0t |
| | 退火 | 0.3t | 0.5t | | 退火 | 0.3t | 0.5t |
| | 热加工 | 0.1t | 0.2t | QSn6.5-0.1 | 硬 | 1.5t | 2.5t |
| 1J79 | 硬 | 0.5t | 2.0t | | 退火 | 0.2t | 0.3t |
| | 退火 | 0.1t | 0.2t | 铍青铜 QBe2 | 硬 | 0.8t | 1.5t |
| 3J1 | 硬 | 3.0t | 6.0t | | 退火 | 0.2t | 0.2t |
| | 退火 | 0.3t | 0.6t | T2 | 硬 | 1.0t | 1.5t |
| 3J53 | 硬 | 0.7t | 1.2t | | 退火 | 0.1t | 0.1t |
| | 退火 | 0.4t | 0.7t | 1050A、1035 | 硬 | 0.7t | 1.5t |
| TA1 | 冷作 硬化 | 3.0t | 4.0t | | 退火 | 0.1t | 0.2t |
| TA5 | | 5.0t | 6.0t | 7A04 | 硬 | 2.0t | 3.0t |
| TB2 | | 7.0t | 8.0t | | 退火 | 1.0t | 0.2t |
| H62 | 硬 | 0.3t | 0.8t | 5A05、5A06、 | 硬 | 2.5t | 4.0t |
| | 半硬 | 0.1t | 0.2t | 3A21 | 退火 | 0.2t | 0.3t |
| | 退火 | 0.1t | 0.1t | 2A12 | 硬 | 2.0t | 3.0t |
| HPb59-1 | 硬 | 1.5t | 2.5t | | 退火 | 0.3t | 0.4t |

注：1. t 为材料厚度。
2. 适用于原材料为标准供货态、V（90°）形校正压弯、板厚 20mm 以下、板宽大于 3 倍板厚、剪切断面光带在弯角外侧。

板料弯曲时的极限变形程度通常用最小相对弯曲半径 r_{\min}/t 来描述，其值越小越有利于弯曲成形，如表 1-12 所示。

表 1-12 最小相对弯曲半径 r_{\min}/t 的数值

| 材 料 | 弯曲线方向 | | | |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| | 正火或退火 | | 硬 化 | |
| | 与轧制方向垂直 | 与轧制方向平行 | 与轧制方向垂直 | 与轧制方向平行 |
| 铝 | 0 | 0.3 | 0.3 | 0.8 |
| 退火纯铜 | | | 1.0 | 2.0 |
| 黄铜 H68 | | | 0.4 | 0.8 |
| 05、08F | | | 0.2 | 0.5 |
| 08、10、Q215 | 0 | 0.4 | 0.4 | 0.8 |
| 15、20、Q235 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 25、30、Q255 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 1.2 |
| 35、40 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 1.5 |
| 45、50 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 1.7 |

续表

| 材 料 | 弯曲线方向 | | | |
|----------------------------------|-------------|---------|---------|---------|
| | 正火或退火 | | 硬 化 | |
| | 与轧制方向垂直 | 与轧制方向平行 | 与轧制方向垂直 | 与轧制方向平行 |
| 55、60 | 0.7 | 1.3 | 1.3 | 2.0 |
| 硬铝（软） | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 2.5 |
| 硬铝（硬） | 2.0 | 3.0 | 3.0 | 4.0 |
| 钛合金 | 300℃~400℃热弯 | | 冷弯 | |
| BT ₁ | 1.5 | 2.0 | 3.0 | 4.0 |
| BT ₅ | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 |
| 镁合金 | 300℃热弯 | | 冷弯 | |
| MA ₁ -M | 2.0 | 3.0 | 6.0 | 8.0 |
| MA ₈ -M | 1.5 | 2.0 | 5.0 | 6.0 |
| 铝合金 | 400℃~500℃热弯 | | 冷弯 | |
| BM ₁ 、BM ₂ | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
| $t \leq 2\text{mm}$ | | | | |

注：本表适用于板材厚 $t < 10\text{mm}$ ，弯曲角 ϕ 大于 90° ，剪切断面良好的情况。

2. 弯曲件的直边高度

弯曲件的直边高度不宜过小，其值应为 $h > r + 2t$ （图 1-8（a））。当 h 较小时，直边在模具上支持的长度过小，不容易形成足够的弯矩，很难得到形状准确的零件。若 $h < r + 2t$ 时，则须预先压槽，再弯曲；或增加弯边高度，弯曲后再切掉（图 1-8（b））。如果所弯直边带有斜角，则在斜边高度小于 $r + 2t$ 的区段不可能弯曲到要求的角度，而且此处也容易开裂（图 1-8（c））。因此必须改变零件的形状，加高直边尺寸（图 1-8（d））。

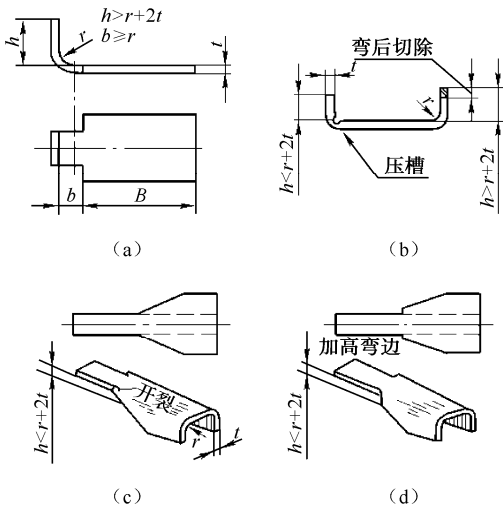


图 1-8 弯曲件弯边高度

3. 弯曲件的孔边距

孔边距不能太小。如果弯曲件展开料上预先冲好的孔处于弯曲变形区，弯曲时，孔形状

将会发生变化,如图 1-9 (a) 中的圆孔变成了喇叭孔。为避免孔变形,弯曲线到孔边的距离应有一定大小,当弯曲线离孔边距离过小,而弯曲件的结构又允许时,可先在弯曲线上冲出工艺孔,如图 1-9 (b) 所示,以转移变形区域,保证孔形的正确。

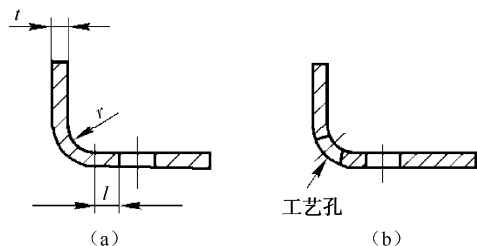


图 1-9 弯曲件的孔边距

4. 预冲工艺槽缺口或工艺孔

在厚料上切口弯小脚,为便于切弯,应预先冲出工艺槽(孔),如图 1-10 所示,图中的工艺槽宽 $K \geq t$,工艺槽的深度 $T = t + \frac{K}{2}$,工艺孔的直径 $d \geq t$ 。

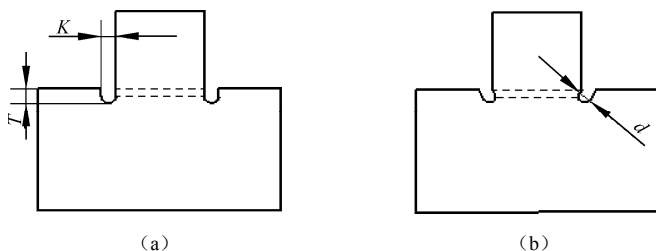


图 1-10 局部弯曲时的工艺槽(孔)

5. 切口

一些通风板通常是在坯料上先沿着不封闭线冲出缺口,然后在切口的区域弯曲。在弯曲区域往往不设工艺槽(孔)。切口、弯曲在一道工序内完成。为便于切弯后小脚从凹模中推出,小脚建议设计成带有斜度 α ,如图 1-11 所示。

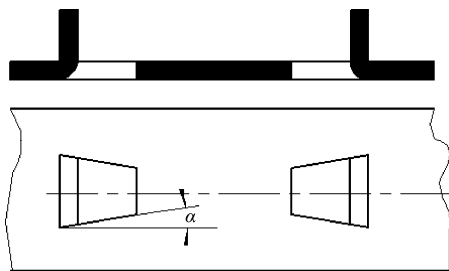


图 1-11 带斜度的小脚

6. 弯曲方向与坯件的毛刺面

在用冲裁件弯曲时,应尽量使毛坯的剪切断裂带或带有毛刺的一侧处于弯曲件的内侧,以免剪裂带内微裂纹在外侧拉应力的作用下扩展成裂口。

7. 材料的轧制纹向与弯曲线的夹角

理想的情况下,尽量使制件的弯曲线与材料的轧制纹向(纤维方向)相互垂直。当弯曲

线与材料轧制纹向相平行时,容易使弯曲件的外侧产生裂纹,如图 1-12 所示。当制件有多向弯曲时,应使弯曲线与材料轧制纹向成一定的角度。

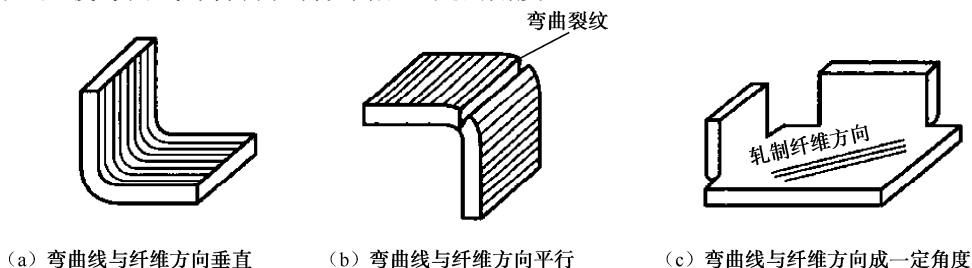


图 1-12 弯曲线与材料轧制纹向的关系

1.1.3.3 弯曲件中性层位置的确定与展开长度的计算

1. 弯曲件的中性层位置

板料在弯曲过程中,外层受拉应力,伸长;内层受到压应力,缩短。从受拉到受压之间有一层既不受拉伸又不受压缩的过渡层,称为中性层。

中性层在弯曲过程中的长度和弯曲前一样,保持不变。所以可以用中性层来计算弯曲件坯料展开长度。

中性层位置以曲率半径 ρ 表示(如图 1-13 所示),通常用下面经验公式确定,即

$$\rho = r + xt \quad (1-11)$$

式中: ρ ——中性层的曲率半径, mm;

r ——弯曲件内层的弯曲半径, mm;

t ——板料厚度, mm;

x ——弯曲中性层系数,它与弯曲方式和变形程度等有关,其值见表 1-13。

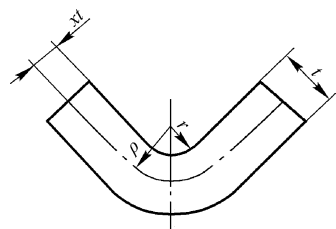


图 1-13 中性层的位置

表 1-13 板料弯曲中性层位移系数 x 值

| | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1 | 1.2 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| x | 0.21 | 0.22 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.26 | 0.28 | 0.3 | 0.31 | 0.33 |
| | 1.3 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ≥ 8 |
| x | 0.34 | 0.36 | 0.38 | 0.39 | 0.4 | 0.42 | 0.44 | 0.46 | 0.48 | 0.5 |

2. 弯曲件坯料尺寸的计算

弯曲件的弯曲半径不同,材料的变形程度也不同,其坯料的展开长度的计算方法也不相同。一般来说,圆角半径 $r > 0.5t$ 的弯曲件,在弯曲过程中,毛坯中性层的长度基本不发生变化,因此,其长度可根据中性层展开长度计算。对于圆角半径 $r < 0.5t$ 的弯曲件,由于弯曲区域厚度变化较大,其展开长度应按体积不变原则进行计算。

(1) 圆角半径 $r > 0.5t$ 的弯曲件

根据中性层展开的原理,坯料总长度应等于弯曲件直线部分和圆弧部分长度之和(如图 1-14 所示),即

$$L_z = l_1 + l_2 + \frac{\pi\alpha}{180} \rho = l_1 + l_2 + \frac{\pi\alpha}{180} (r + xt) \quad (1-12)$$

式中： L_z ——坯料展开总长度；
 α ——弯曲中心角。

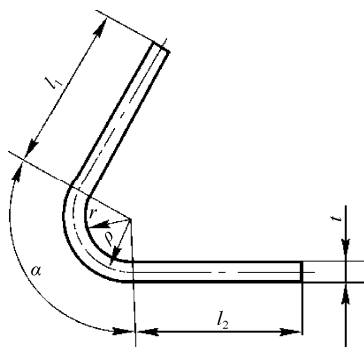


图 1-14 $r > 0.5t$ 的弯曲件

(2) 圆角半径 $r < 0.5t$ 的弯曲件

按变形前后体积不变条件确定坯料长度。通常采用表 1-14 所列经验公式计算。

表 1-14 $r < 0.5t$ 的弯曲件坯料展开尺寸计算

| 序 号 | 弯 曲 特 征 | 简 图 | 计 算 式 |
|-----|----------|-----|----------------------|
| 1 | 弯一个角 | | $L=l_1+l_2+0.4t$ |
| 2 | 弯一个角 | | $L=l_1+l_2-0.43t$ |
| 3 | 一次同时弯两个角 | | $L=l_1+l_2+l_3+0.6t$ |

(3) 铰链式弯曲件

对于 $r = (0.6 \sim 3.5)t$ 的铰链件（如图 1-15 所示），通常采用推卷的方法成形，在卷圆过程中毛坯的变形区的厚度增大，中性层向外移动，其坯料长度可按下式近似计算。即

$$L_z = l + 1.5\pi (r + x_1 t) + r \approx l + 5.7r + 4.7x_1 t \quad (1-13)$$

式中： l ——直线段长度；

r ——铰链内半径；

x_1 ——中性层位移系数，见表 1-15。

表 1-15 卷边时中性层位移系数 x_1 值

| r/t | $>0.5\sim 0.6$ | $>0.6\sim 0.8$ | $>0.8\sim 1$ | $>1\sim 1.2$ | $>1.2\sim 1.5$ | $>1.5\sim 1.8$ | $>1.8\sim 2$ | $>2\sim 2.2$ | >2.2 |
|-------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------|
| x_1 | 0.76 | 0.73 | 0.7 | 0.67 | 0.64 | 0.61 | 0.58 | 0.54 | 0.5 |

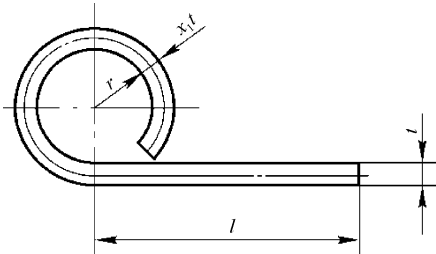


图 1-15 铰链式弯曲件

1.1.3.4 弯曲凸模与凹模之间的间隙

V 形件弯曲时，凸、凹模间的间隙是靠调整压力机的闭合高度来控制的，不需要在设计模具时确定间隙。

U 形件弯曲时，则必须确定适当的间隙。间隙的大小对制件质量和弯曲力都有很大影响。间隙过大，回弹大，会降低制件的精度；间隙过小会使制件壁部变薄，高度尺寸变高，并降低模具寿命。

U 形件弯曲时，凸、凹模之间的间隙根据材料的种类、厚度以及弯曲件的高度和宽度而定，同时考虑制件的尺寸精度。

凸模和凹模单边间隙一般按下式计算，即

$$C=t+\Delta+kt \tag{1-14}$$

式中： C ——弯曲模凸模和凹模的单边间隙；

t ——板料厚度公称尺寸；

Δ ——板料厚度的上偏差；

k ——间隙系数，可查表 1-16。

当制件精度要求较高时，其间隙值应适当减小，取 $C=t$ 。

表 1-16 U 形件弯曲对凸、凹模的间隙系数 k 值

| 弯曲件 高度 H/mm | 板料厚度 t/mm | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|--------------|------------|------------|---------|--------------|------------|--------------|
| | $b/H\leq 2$ | | | | $b/H>2$ | | | |
| | <0.5 | $>0.5\sim 2$ | $>2\sim 4$ | $>4\sim 5$ | <0.5 | $>0.5\sim 2$ | $>2\sim 4$ | $>4\sim 7.5$ |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | | 0.1 | 0.1 | 0.08 | |
| 20 | | | | 0.03 | | | | 0.06 |
| 35 | 0.07 | | | | 0.15 | | | |
| 50 | 0.1 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.2 | 0.15 | 0.1 | |
| 70 | | | | | | | | 0.1 |
| 100 | | 0.1 | 0.07 | 0.05 | | 0.2 | 0.15 | |
| 150 | | | | | | | | |
| 200 | | | | 0.07 | | | | 0.15 |

1.1.3.5 弯曲凸、凹模工作部分尺寸与公差

弯曲凸模和凹模宽度尺寸计算与制件尺寸的标注有关。一般原则是：制件标注外形尺寸（图 1-16 (a)），则模具以凹模为基准件，间隙取在凸模上。反之，制件标注内形尺寸（图 1-16 (b)），则模具以凸模为基准，间隙取在凹模上。

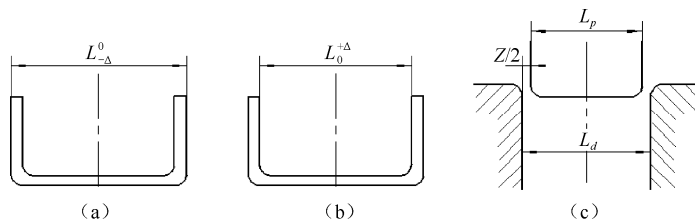


图 1-16 制件的标注及模具尺寸

当制件标注外形时

$$L_d = (L_{\max} - 0.75\Delta)_0^{+\delta_d} \quad (1-15)$$

$$L_p = (L_d - Z)_{-\delta_p}^0 \quad (1-16)$$

当制件标注内形时

$$L_p = (L_{\min} + 0.75\Delta)_0^{+\delta_p} \quad (1-17)$$

$$L_d = (L_p + Z)_{+\delta_d}^0 \quad (1-18)$$

式中： L_{\max} ——弯曲件宽度最大尺寸；

L_{\min} ——弯曲件宽度最小尺寸；

L_p ——凸模宽度；

L_d ——凹模宽度；

Z ——弯曲件宽度的尺寸公差；

δ_p, δ_d ——凸模和凹模的制造公差，一般按 IT6~IT8 级公差选取。

1.1.4 拉深工艺设计基础

级进拉深是指制件在带料上沿着一定方向在多个工位上连续拉深变形，冲压出具有一定形状和尺寸要求的管壳或罩形件的一种冲压生产方法。冲压过程中，坯件一直与带料的载体相连，制件外形完成后，从带料上分离落下。

采用这种方法加工，要求所使用的原材料必须具有良好的塑性，这是因为在连续带料拉深过程中，不能进行中间退火处理。

多工位级进拉深每次拉深变形程度相对小于单工序拉深，这是由于多工位级进拉深时是在一个长的带料上连续进行的，拉深变形时，各工位之间材料相互牵连、相互限制，使材料流动受阻。因此，一次变形量不应太大。这样每次的拉深系数比单工序模取得大一些，拉深次数相对多一些。

适用于多工位连续拉深的制件外形尺寸一般在 60mm 以内，料厚常用小于 2mm。这种拉深生产效率较高，但模具结构复杂，只有大批量生产的情况下才采用。一些很小的零件，因采用单工序模手工操作不安全，也可以考虑采用连续带料拉深。

1.1.4.1 拉深件的精度

用普通方法进行拉深时，拉深件的尺寸（直径和高度）精度一般为 IT12~IT16 级，高时可达 IT10~IT11 级，最高经整形可达 IT9 级。

级进连续拉深件尺寸精度，一般比普通单工序拉深有提高，为 IT11 级以下，最高也为 IT9 级。

普通拉深件的直径、高度和厚度等可以达到的精度推荐值，分别见表 1-17、表 1-18、表 1-19。连续拉深直径都不大，用料较薄，拉深件的直径、高度和厚度偏差可参考选用。

表 1-17 圆筒形拉深件的直径偏差 单位：mm

| 材料厚度 | 拉深件直径的基本尺寸 d | | | 材料厚度 | 拉深件直径的基本尺寸 d | | |
|------|----------------|---------------|----------------|------|----------------|---------------|----------------|
| | ≤ 50 | $>50\sim 100$ | $>100\sim 300$ | | ≤ 50 | $>50\sim 100$ | $>100\sim 300$ |
| 0.5 | ± 0.12 | | | 2.0 | ± 0.40 | ± 0.50 | ± 0.70 |
| 0.6 | ± 0.15 | ± 0.20 | | 2.5 | ± 0.45 | ± 0.60 | ± 0.80 |
| 0.8 | ± 0.20 | ± 0.25 | ± 0.30 | 3.0 | ± 0.50 | ± 0.70 | ± 0.90 |
| 1.0 | ± 0.25 | ± 0.30 | ± 0.40 | 4.0 | ± 0.60 | ± 0.80 | ± 1.00 |
| 1.2 | ± 0.30 | ± 0.35 | ± 0.50 | 5.0 | ± 0.70 | ± 0.90 | ± 1.10 |
| 1.5 | ± 0.35 | ± 0.40 | ± 0.60 | 6.0 | ± 0.80 | ± 1.00 | ± 1.20 |

注：拉深件外形要求取正偏差，内形要求取负偏差。

表 1-18 带凸缘圆筒形拉深件的高度偏差 单位：mm

| 材料厚度 | 拉深件高度 | | | | | |
|----------|-----------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | <18 | $\geq 30\sim 50$ | $\geq 30\sim 50$ | $\geq 50\sim 80$ | $\geq 80\sim 120$ | $\geq 120\sim 180$ |
| ≤ 1 | ± 0.3 | ± 0.4 | ± 0.5 | ± 0.6 | ± 0.8 | ± 1.0 |
| 1~2 | ± 0.4 | ± 0.5 | ± 0.6 | ± 0.7 | ± 0.9 | ± 1.2 |
| 3~4 | ± 0.5 | ± 0.6 | ± 0.7 | ± 0.8 | ± 1.0 | ± 1.4 |

表 1-19 拉深件壁厚偏差 Δt 单位：mm

| 相对厚度 t/d | 0.08 | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| Δt | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.10 |

1.1.4.2 拉深件的工艺性

受拉深变形的影响，拉深件工艺性的好坏直接影响该零件能否用拉深的方法生产，影响零件的质量、成本和生产周期等。一个工艺性好的拉深件，不仅能满足产品的使用要求，同时也能够用最简单、最经济和最快的方法生产出来。对拉深件工艺性要求主要有以下几个方面。

1. 对拉深件外形尺寸的要求

设计拉深件时应尽量减小其高度，使其尽可能用一次或两次拉深工序来完成（在两道拉深工序间加退火热处理）。对于各种形状的拉深件。可用一次工序制成的条件有以下几点。

（1）圆筒件一次拉成的高度 $h \leq (0.5\sim 0.7) D$ （ D 为拉深件壁厚中径），或可根据表 1-20 选取。

(2) 矩形件一次制成的条件: 当矩形长边与短边间圆角半径 $r = (0.05 \sim 0.20) B$ (式中 B 为矩形件的短边宽度) 时, 拉深件高度 $h < (0.3 \sim 0.8) B$ 。

(3) 凸缘件的一次制成的条件: 零件的圆筒形部分直径与毛坯直径的比值 $d/D \geq 0.4$ 。

表 1-20 圆筒形件一次拉深的高度

| 材料名称 | 铝 | 硬铝 | 黄铜 | 软铜 |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 相对拉深高度 h/D | 0.73~0.75 | 0.60~0.65 | 0.75~0.80 | 0.68~0.72 |

(4) 对于带凸缘的圆筒形拉深件, 在用压边圈拉深时, 最合适的凸缘直径 d_t 应满足 $d+12t \leq d_t < d+25t$ (d 为圆筒直径)。

2. 对拉深件形状的要求

(1) 设计拉深件时, 应明确注明必须保证的是外形还是内形, 不能同时标注零件内、外形尺寸。

(2) 拉深件的形状尽量简单对称, 以便于拉深成形。尽量避免采用非常复杂的、非对称的拉深件。对于半敞开或非对称的空心件, 应将两个或几个组合成对称的形状再拉深, 然后将其切成两个或多个零件, 如图 1-17 所示。

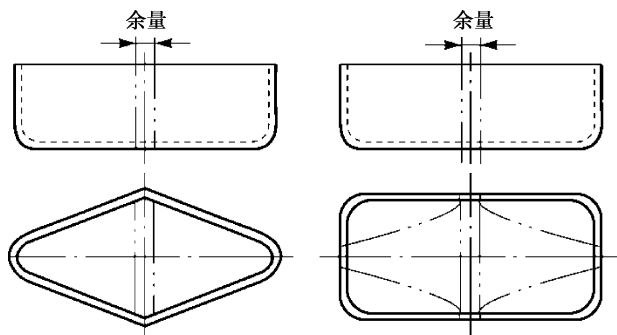


图 1-17 组合成对拉深

(3) 拉深复杂外形的空心件时, 要考虑工序间毛坯定位的工艺基准。

(4) 拉深件的外观质量。拉深件的上下壁厚约为 $(0.6 \sim 1.2) t$, 矩形件四角要增厚, 多次拉深的零件外壁上或凸缘表面上应允许存在拉深过程中所产生的印痕。

3. 对拉深件的圆角半径和拉深件精度的要求

(1) 拉深件的底或凸缘上的孔边到侧壁的距离应满足: $a \geq R + 0.5t$ (或 $r_d + 0.5t$), 如图 1-18 (a) 所示。

(2) 为了使拉深能顺利进行, 拉深件的底与壁、凸缘与壁、矩形件四角的圆角半径, 如图 1-18 (b) 所示。应满足: $r_d \geq t$, $R \geq 2t$, $r \geq 3t$ 。否则, 应增加整形工序。

(3) 拉深件精度要合适, 其精度不宜要求过高。其一般精度都在 IT11 以下, 如果公差等级要求较高, 可增加整形工序。

1.1.4.3 拉深模具的间隙

拉深间隙是指单边间隙 (参见图 1-19)。即

$$c=\frac{Z}{2}=\frac{D_d-d_p}{2} \tag{1-19}$$

间隙过小会增加摩擦阻力，使拉深件容易拉裂，且易擦伤制件表面，降低模具寿命；间隙过大则对坯料的校直作用小，影响制件的尺寸精度。因此确定间隙的原则是，既要考虑板料厚度的公差，又要考虑筒形件口部的增厚现象，根据拉深时是否采用压边圈和制件尺寸精度、表面粗糙度要求合理确定间隙。

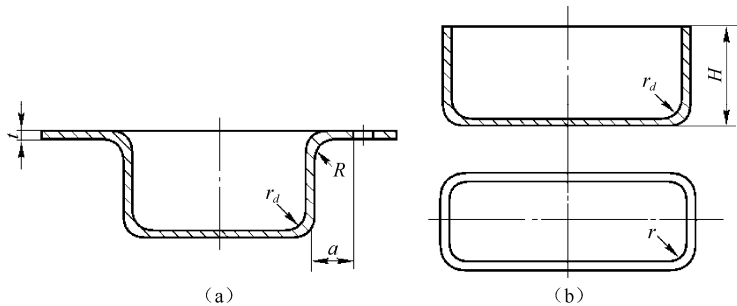


图 1-18 拉深件的圆角

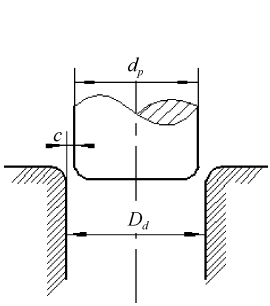


图 1-19 拉深模的单边间隙

1. 不用压边圈时

考虑起皱的可能性，不用压边圈的拉深间隙，即

$$c=(1.0\sim1.1)t_{\max} \tag{1-20}$$

式中： c ——单边间隙，末次拉深或精密拉深件取小值，中间拉深时取大值；

t_{\max} ——板料厚度的上限值。

2. 用压边圈时

用压边圈的拉深间隙 c 按表 1-21 选取。

表 1-21 有压边圈拉深时的单边间隙

| 总拉深次数 | 拉深工序 | 单边间隙 c | 总拉深次数 | 拉深工序 | 单边间隙 c |
|-------|---------|------------------|-------|-------------|------------------|
| 1 | 第 1 次拉深 | $(1.0\sim1.1)t$ | 4 | 第 1、2 次拉深 | $1.2t$ |
| 2 | 第 1 次拉深 | $1.1t$ | | 第 3 次拉深 | $1.1t$ |
| | 第 2 次拉深 | $(1.0\sim1.05)t$ | | 第 4 次拉深 | $(1.0\sim1.05)t$ |
| 3 | 第 1 次拉深 | $1.2t$ | 5 | 第 1、2、3 次拉深 | $1.2t$ |
| | 第 2 次拉深 | $1.1t$ | | 第 4 次拉深 | $1.1t$ |
| | 第 3 次拉深 | $(1.0\sim1.05)t$ | | 第 5 次拉深 | $(1.0\sim1.05)t$ |

注：1. 板料厚度取允许偏差的中间值。

2. 当拉深精密制件时，末次拉深间隙 $c=(0.9\sim1.0)t$ 。

1.1.4.4 凸模和凹模工作部分的尺寸及制造公差

对于末次拉深模，其凸模和凹模尺寸及公差应按制件的要求确定。

1. 当制件要求外形尺寸时（如图 1-20（a）所示），以凹模尺寸为基准进行计算。即

凹模尺寸 $D_d=(D-0.75\Delta)_0^{+\delta_d} \tag{1-21}$

凸模尺寸 $d_p=(D-0.75\Delta-2c)_{+\delta_p}^0 \tag{1-22}$

2. 当制品要求内形尺寸时（如图 1-20（b）所示），以凸模尺寸为基准进行计算。即凸模尺寸

$$d_p = (d + 0.4\Delta)_0^{-\delta_p} \quad (1-23)$$

凹模尺寸

$$D_d = (d + 0.4\Delta + 2c)_0^{+\delta_d} \quad (1-24)$$

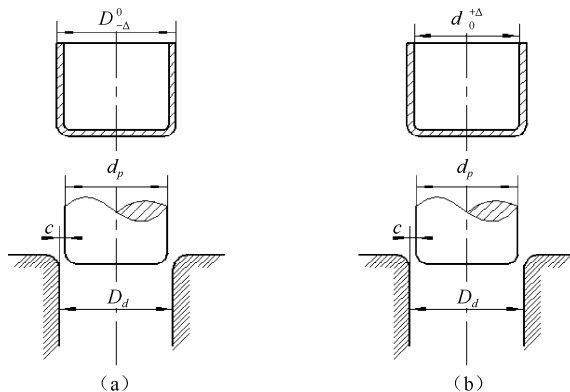


图 1-20 拉深制品的标注与模具尺寸

3. 对于中间各道工序拉深模，由于其坯料尺寸与公差没有必要予以限制，这时凸模和凹模尺寸只要取等于坯料过渡尺寸即可。若以凹模为基准时，则

$$\text{凹模尺寸} \quad D_d = D_0^{+\delta_d} \quad (1-25)$$

$$\text{凸模尺寸} \quad d_p = (D - 2c)_0^{-\delta_p} \quad (1-26)$$

凸、凹模的制造公差 δ_p 和 δ_d 可按表 1-22 选取。

表 1-22 拉深凸模制造公差 δ_p 和凹模制造公差 δ_d

单位：mm

| 板料厚度 t | 拉深件直径 | | | | | |
|-----------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|
| | ≤ 20 | | $>20 \sim 100$ | | >100 | |
| | δ_d | δ_p | δ_d | δ_p | δ_d | δ_p |
| ≤ 0.5 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | — | — |
| $>0.5 \sim 1.5$ | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.03 | 0.08 | 0.05 |
| >1.5 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.10 | 0.06 |

注： δ_p 、 δ_d 在必要时可提高至 IT6~IT8 级。若制品公差在 IT13 级以下，则 δ_p 、 δ_d 可以采用 IT10 级。

1.1.5 其他成形工艺设计基础

在级进模冲压生产中，除了冲裁、弯曲、拉深等主要工序外，还有一些毛坯的形状和尺寸是通过板料的局部变形来改变的冲压成形工序，如胀形、翻边、缩口、旋压和校形等，这类冲压工序统称为其他冲压成形工序。从变形特点来看，这类工序都以板料的局部变形为主，受力情况各不相同。所以，除整形、校平工序以外，一般成形工序在级进模的工位中往往安排在前面的工位完成。下面主要对圆孔翻边和起伏成形件的工艺性作介绍。

1.1.5.1 圆孔翻边与工艺性

1. 圆孔翻边

圆孔翻边又称翻孔，圆孔翻边是在制品或板料上将制好的孔直接冲制出竖立边缘的成形

方法(如图1-21所示)。图1-21(a)坯料为带孔的平板毛坯,图1-21(b)、(c)坯料为底部带孔的拉深件的工序件。

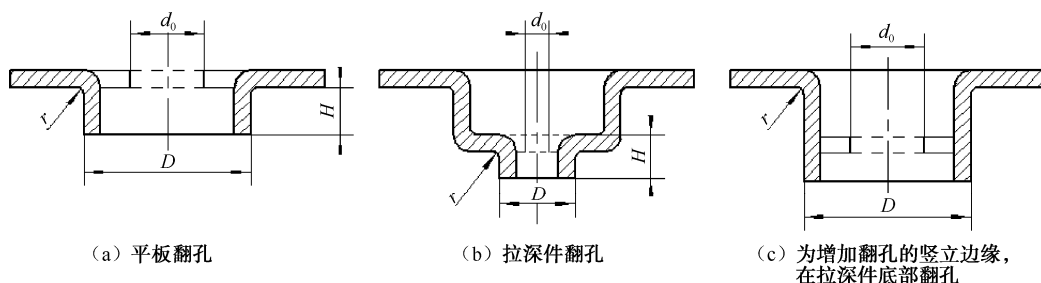


图 1-21 圆孔翻边

圆孔翻边时,变形区是以翻边前毛坯底孔 d_0 为内径,凹模工作部分直径 D 为外径的环形部分。翻边过程中,变形区在凸模的作用下,毛坯孔 d_0 不断扩大,厚度不断变薄,直到等于凸模直径时,翻边过程结束。这时,侧壁部分形成了竖立的边缘。由于变形区材料受到径向和切向拉应力,致使材料厚度变薄,因此圆孔翻边的成形缺陷主要是孔口边缘发生破裂。其边缘部位上厚度的变化值可按单向受拉时变形值的计算方法进行估算,即

$$t = t_0 \sqrt{\frac{d_0}{D}} \quad (1-27)$$

式中: t ——翻边后竖立部分边缘的厚度;

t_0 ——板料毛坯原始厚度;

d_0 ——翻边前毛坯孔径;

D ——翻边后竖边的外径。

2. 圆孔翻边的工艺性

在设计圆孔翻边件时,对制件的形状和尺寸应注意如下要求,如图1-22所示。

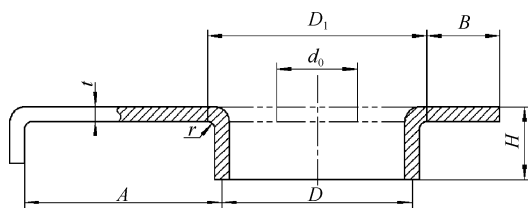


图 1-22 圆孔翻边

(1) 翻边件竖立边缘与平面之间的圆角半径 r 不应太小,一般应满足条件 $r \geq 1.5t + 1$ 。

具体应用时,当 $t < 2\text{mm}$ 时,取 $r = (4 \sim 5)t$; $t > 2\text{mm}$ 时,取 $r = (2 \sim 3)t$ 。螺纹的翻边底孔处 $r = (0.5 \sim 1)t$,但不小于 0.2mm 。

如制件要求圆角半径小于上述数值时,则应增加整形工序。

(2) 翻边高度 H (含圆角半径 r 在内)应不小于 1.5 倍圆角半径,即

$$H \geq 1.5r$$

$$H = \frac{D}{2}(1 - K) + 0.43r + 0.72t$$

(3) 翻边时凸缘的宽度 B 应足够,不宜太小,应设计成

$$B \geq H$$

(4) 翻边孔至外缘的距离 A 不应太小, 应设计成

$$A > (7 \sim 8) t$$

(5) 翻边时的相对厚度 $\frac{d_0}{t}$ 应在一定范围内, 当 $\frac{d_0}{t} > 1.7 \sim 2$ 时, 则翻边能有良好的筒壁,

当 $\frac{d_0}{t} < 1.7 \sim 2$ 时, 翻边时竖立边缘容易发生破裂。

(6) 翻边预加工孔的表面粗糙度将直接影响制件的质量和极限变形程度。

预加工孔边有毛刺时, 易导致口部边缘出现破裂, 因此, 最好使毛刺面与翻边方向相反。

1.1.5.2 圆孔翻边的翻边系数

圆孔翻边时, 影响质量的主要原因是材料被拉裂。而材料被拉裂主要决定于变形程度的大小。变形程度则取决于毛坯上孔径 d_0 和制件孔径 D 之比, 表示变形程度大小的数值称为翻边系数, 用 K 表示, 即

$$K = \frac{d_0}{D} \quad (1-28)$$

式中: K ——翻边系数;

d_0 ——翻边前毛坯上孔径, mm;

D ——翻边后制件竖边的孔径。

K 值愈小, 变形程度愈大。翻边时孔口不破裂可能达到的最小值称为极限翻边系数 K_{\min} 。影响 K_{\min} 的因素有材料的塑性、孔的边缘状况、翻边凸模的形式、 d/t (相对厚度) 等。翻边工艺设计时可根据这些因素采用工艺措施以利于翻边进行。表 1-23 是低碳钢圆孔翻边的极限翻边系数。

表 1-23 低碳钢的圆孔极限翻边系数 K_{\min}

| 凸模型式 | 孔的加工 方法 | 比值 d/t | | | | | | | | | | |
|-----------|------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 100 | 50 | 35 | 20 | 15 | 10 | 8 | 6.5 | 5 | 3 | 1 |
| 球形 | 钻孔去毛刺 | 0.70 | 0.60 | 0.52 | 0.45 | 0.40 | 0.36 | 0.33 | 0.31 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |
| | 冲孔 | 0.75 | 0.65 | 0.57 | 0.52 | 0.48 | 0.45 | 0.44 | 0.43 | 0.42 | 0.42 | — |
| 圆柱形 平底 | 钻孔去毛刺 | 0.80 | 0.70 | 0.60 | 0.50 | 0.45 | 0.42 | 0.40 | 0.37 | 0.35 | 0.30 | 0.25 |
| | 冲孔 | 0.85 | 0.75 | 0.65 | 0.60 | 0.55 | 0.52 | 0.50 | 0.50 | 0.48 | 0.47 | — |

翻边后竖边边缘的厚度小于坯料厚度, 其值可按式估算, 即

$$t = t_0 \sqrt{\frac{d}{D}} = t_0 \sqrt{K} \quad (1-29)$$

式中: t ——翻边后竖边边缘厚度;

t_0 ——板料或坯料的原始厚度;

K ——翻边系数。

1.1.5.3 翻边的工艺计算

1. 平板坯料翻边的工艺计算

平板坯料翻边的工艺计算主要是：根据翻边工件的尺寸和极限翻边系数，计算毛坯预冲孔的直径 d 和校核一次翻边可能达到的竖边高度 H 。

在进行翻边之前，需要在坯料上加工出待翻边的孔，下式中符号均表示于图 1-23 中。

预冲孔直径 d 计算公式为

$$d = D - 2(H - 0.43r - 0.72t) \quad (1-30)$$

翻边后，竖边高度 H 为

$$H = \frac{D - d}{2} + 0.43r + 0.72t$$

$$H = \frac{D}{2} (1 - K) + 0.43r + 0.72t$$

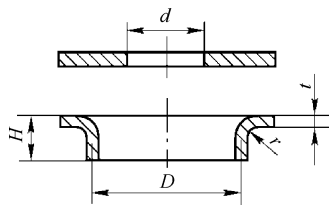


图 1-23 平板坯料翻边尺寸计算

对于直径为 d 的内孔，其极限翻边高度 H_{\max} 为

$$H_{\max} = \frac{D}{2} (1 - K_{\min}) + 0.43r + 0.72t \quad (1-31)$$

一次翻边时应使 $H < H_{\max}$ ，否则需采用加热翻边、多次翻边或先拉深再冲底孔的方法翻边。

2. 先拉深后冲底孔再翻边的工艺计算

若要求制件的翻边高度 $H > H_{\max}$ 或采用多次翻边所得制件竖边壁部有较严重的变薄，甚至孔边缘发生破裂，则可采用预先拉深，在底部冲孔然后再翻边的方法。在这种情况下，应先决定预拉深后翻边所能达到的最大高度，然后根据翻边高度及零件高度来确定拉深高度及预冲孔直径。

先拉深后翻边的高度为 h ，由图 1-24 可知

$$h = \frac{D - d}{2} + 0.57r = \frac{D}{2} (1 - K) + 0.57r$$

翻边的极限高度

$$h_{\max} = \frac{D}{2} (1 - K_{\min}) + 0.57r \quad (1-32)$$

此时，预制孔直径

$$d = K_{\min} D$$

$$d = D + 1.14r - 2h_{\max}$$

或

拉深高度

$$h' = H - h_{\max} + r \quad (1-33)$$

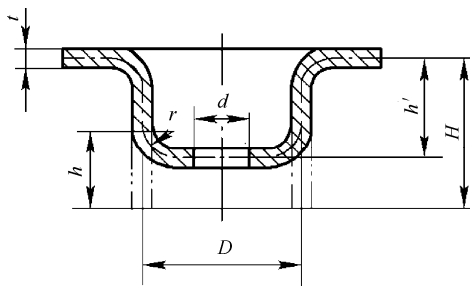


图 1-24 预先拉深的翻边

1.1.5.4 翻边模工作部分的设计

圆孔翻边模的结构和拉深模的结构较相似，翻边凸模的圆角半径较大，一般做成球形、抛物线形等。

翻边凸模圆角半径应尽量取大些，以便有利于翻边变形。图 1-25 是几种常用的圆孔翻边凸模的形状和主要尺寸：图 1-25 (a)～图 1-25 (c) 所示为较大孔的翻边凸模，图 1-25 (a) 为平底凸模，凸模的行程较短，一般用于翻边后竖直边要求较高的场合，图 1-25 (b) 为球形凸模翻边力较小，翻边凸模行程较大，图 1-25 (c) 为抛物线形凸模翻边质量好，翻边力小，翻边凸模行程较大。从利于翻边变形看，以抛物线形凸模最好，球形凸模次之，平底凸模再次之；而从凸模的加工难易看则相反。图 1-25 (d)～图 1-25 (e) 所示的凸模端部带有较长的引导部分，图 1-25 (d) 用于圆孔直径为 10mm 以上的翻边，图 1-25 (e) 用于圆孔直径为 10mm 以下的翻边；图 1-25 (f) 用于无预孔的不精确翻边。

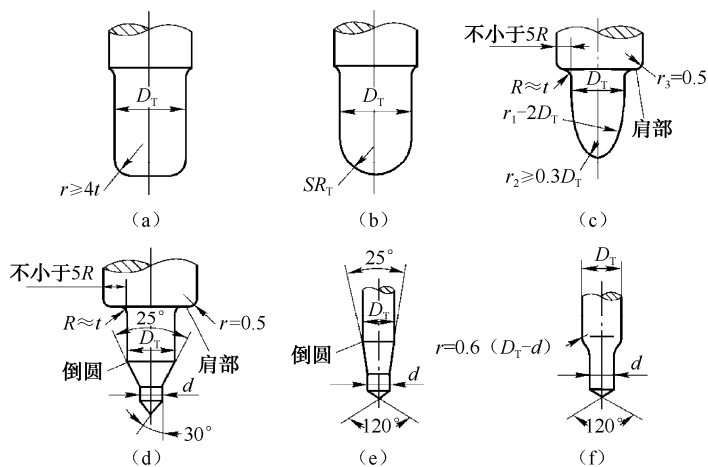


图 1-25 圆孔翻边凸模的形状和尺寸

由于翻边后竖直边的厚度要变薄，为了保证制件的尺寸精度，凸、凹模的单边间隙可以小于材料的厚度，一般单边间隙为

$$\frac{Z}{2} = (0.72 \sim 0.85) t \quad (1-34)$$

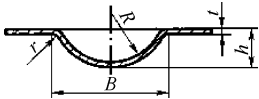
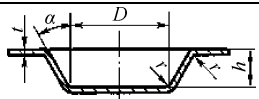
式中，系数 0.75 用于拉深后孔的翻边，系数 0.85 用于平板坯料孔的翻边。

1.1.5.5 起伏成形件的工艺性

起伏成形是依靠材料的局部拉伸，使工件的局部产生凹陷或凸起的成形方法。它实质上是一种局部胀形的冲压工艺。生产中主要用来加工加强筋、压文字、压标记、压花纹、压凸包等，用以增加零件的刚度和强度，或者起装饰和定位作用。

加强筋的形式与尺寸如表 1-24 所示，如果加强筋与边框的距离小于 $(3 \sim 3.5t)$ ，由于成形过程中边缘材料主要往内收缩，因此，应预先留出切边余量，成形后增加切边工序。

表 1-24 加强筋形式与尺寸

| 图 例 | <i>R</i> | | <i>r</i> | <i>B</i> | <i>α</i> |
|---|----------------|------------------|--------------------|-----------------|----------|
|  | (3~4) <i>t</i> | (2~3) <i>t</i> | (1~2) <i>t</i> | (7~10) <i>t</i> | |
|  | | (1.5~2) <i>t</i> | (0.5~1.5) <i>t</i> | ≥3 <i>h</i> | 15° ~30° |

1.1.5.6 起伏成形的变形程度

起伏成形中，材料主要是承受拉应力，影响成形极限的主要因素与胀形相同，主要是受拉裂的限制，尤其是对于一些塑性差的材料，变形不能过大，否则可能产生裂纹。对于一般比较简单的起伏成形（如压加强筋），可近似地根据下式确定其极限变形程度为

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} < (0.7 \sim 0.8) \delta$$

(1-35)

式中：ε——起伏成形时极限变形程度；

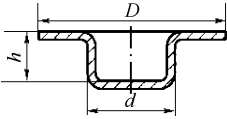
δ——材料的伸长率；

*l*₀, *l*₁——工件变形前后的截面长度。

系数（0.7~0.8）视起伏成形的形状而定，断面弧形筋可取较大值，断面梯形筋要取较小值。

压凹坑时，常用凹坑深度表示极限变形程度。用球头凸模对低碳钢、软铝等压凹时，可达到的极限深度 *h* 约等于球头直径 *d* 的 1/3。用平头凸模压凹时可能达到的极限深度范围见表 1-25。

表 1-25 平头凸模压凹坑的极限深度

| 图 例 | 材 料 | 极 限 深 度 |
|---|-----|------------------------|
|  | 软钢 | ≤ (0.15~0.20) <i>d</i> |
| | 铝 | ≤ (0.10~0.15) <i>d</i> |
| | 黄铜 | ≤ (0.15~0.22) <i>d</i> |

1.2 NX PDW基础和零件预处理及中间工步建立

1.2.1 NX PDW概述

NX PDW 是基于 NX 开发并针对级进模开发设计的专业模块，它内嵌了大量的模具知识及模具行业的设计经验，提供了全流程的设计解决方案，它会一步步引导用户完成级进模设计的过程，极大地缩短了设计所需的时间，提高了效率。

NX PDW 提供了完善的操作界面，方便用户管理各种标准零件，并可以开发定制属于个人或企业专用的标准零件库，从而可以发挥 PDW 高效以及设计功能强大的特点。PDW 属于

NX 软件中的一个模块, 因此用户可以通过 NX 软件的大型装配技术, 对相当数量的零件的装配树进行管理, 同时采用了关联设计方法, 设计过程中, 用户可以轻松地对零件进行设计、更改。PDW 支持并行设计, 提供了相关的流程管理工具, 让多个设计人员可以各自处理自己的工作, 极大地提高了工作效率。PDW 支持模具的转换管理, 对于相似度高的若干个产品, 设计人员可以在原来模具的基础上, 通过转换工具, 在不产生多余数据的前提下, 快速完成新产品的设计。

1.2.2 零件预处理及中间工步建立

在开始设计之前, 首先必须要拥有一个 3D 钣金模型, 这个模型可通过 NX 创建, 也可以通过其他软件创建, 并转换成 NX 识别的格式, 导入 NX 软件, 再通过 NX 的数据修复等操作使其成为可用的零件模型。

在使用 PDW 进行设计前, 通常先要把钣金零件进行展开, 以获得毛坯外形或者中间工步。由于不同的钣金零件, 其折弯的形状等参数不同, 因此应用工具也有所不同。当折弯线为直线时, 则这种折弯特征可归类为直弯特征, 这类零件在高科技电子产品中比较常见; 当折弯线为非线性时, 则这种折弯属于自形状弯曲特征, 这类零件在汽车领域中比较常见。实际上, 大部分钣金零件都存在两种特征, 这类零件属于具有混合折弯特征。



图 1-26 中间工步工具组

PDW 提供了一组用于钣金零件展开的工具, 利用这些工具可以快速得到钣金零件的中间工步状态及其展平的结果, 这组工具位于在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中的【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 组, 如图 1-26 所示。

针对不同类型的折弯特征, 需要使用不同的方法得到其展开状态。对于直弯特征, 可以通过【直接展开】(Direct Unfolding) 工具进行处理; 对于自由形状的弯曲特征, 则使用【分析可成形性——步式】(Analyze Formability) 工具进行处理; 而对于具有混合弯曲特征的零件, 则需要灵活运用上述两个工具进行处理。

1.2.2.1 直接展开

1. 功能概述

利用【直接展开】(Direct Unfolding) 工具, 可以自动识别零件上的直弯特征, 可以修改折弯的中性层系数 K 、将零件转换为 NX 钣金零件 (转换为 NX 钣金零件后才能进行变形)、定义折弯的预弯角度。

2. 使用方法


(1) 在【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 组中, 单击【直接展开】(Direct Unfolding) 图标, 弹出【直接展开】(Direct Unfolding) 对话框。

(2) 在【直接展开】对话框中将【类型】(Type) 设置为【转换为钣金】(Convert To Sheet Metal), 接着在图形窗口上选择零件上的面, 然后单击【应用】按钮, 此时软件将会自动识别出零件的直弯特征, 同时显示在对话框里的折弯表, 如图 1-27 所示, 显示内容包括折弯角度、折弯半径、 K 系数和展开长度, 其中 K 系数和展开长度是可以修改的。

① 在需要修改的数值上双击, 即可进入编辑状态, 输入新数值即可。

② 先选择需要修改的折弯, 然后展开【定义 K 系数】(Define K Factor) 组, 可以从【 K

系数】(K Factor) 下拉列表框中选择适合的 K 系数, 这时对应的展开长度将随之更新; 当然也可以在【展开长度】(Developed Length) 文本框中, 输入新的展开长度, 这样 K 系数会随之改变。

③ 可以从【定义 K 系数】(Define K Factor) 组中的【材料】(Material) 下拉列表框中, 选择合适的材料, 例如 08, 然后单击【按材料指定 K 系数】(Assign K Factor by Material) 图标 , 这时系统将根据指定的新材料更新所有折弯的 K 系数。

(3) 再次单击【应用】按钮, 软件将会把已经识别出来的直弯特征转换为 NX 的钣金特征, 这样就可以对这些折弯进行展开和再折弯的操作, 注意【部件导航器】(Assembly Navigator) 的变化, 它新增了部分特征, 如图 1-28 所示。

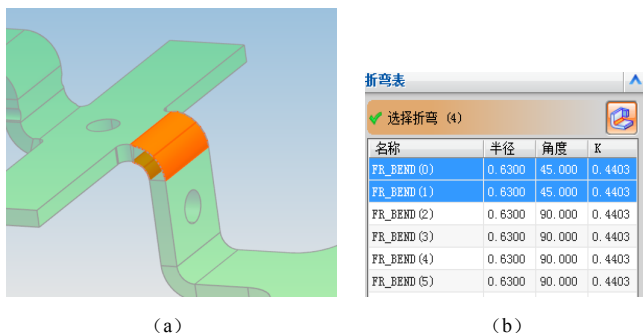


图 1-27 直接展开对话框



图 1-28 装配导航器指示图

(4) 如果需要把几个同轴的折弯特征合并为一个折弯, 那么将【类型】(Type) 设置为【合并折弯】(Merge Bends), 在图形窗口中选择同轴的折弯特征, 如图 1-29 (a) 所示, 当然也可以在折弯表中进行选择, 如图 1-29 (b) 所示, 单击【应用】按钮。这样就可以把两个共轴的折弯合并为一个折弯。



(a)

(b)

图 1-29 合并折弯

(5) 如果需要定义预折弯, 那么将【类型】(Type) 设置为【定义预折弯】(Define Bend), 在图形窗口中选择需要定义预折弯的特征, 也可以在图形窗口中直接选择, 如图 1-30 (a)

所示, 然后展开【定义预折弯】(Define Bend) 组, 指定合适的折弯数目和角度, 如图 1-30 (b) 所示, 再单击【应用】按钮, 完成预折弯的定义。

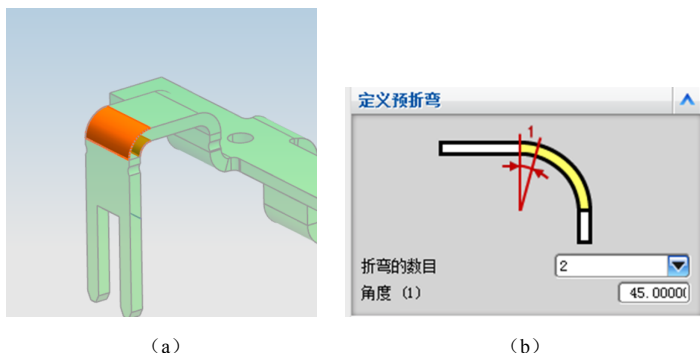


图 1-30 预折弯

3. 参数选项

表 1-26 列出了【直接展开】(Direct Unfolding) 对话框中, 各个操作类型的具体说明。

表 1-26 【直接展开】对话框的操作类型说明

| 类 型 | 说 明 |
|---------------------------------|--|
| 【转换为钣金】(Convert To Sheet Metal) | 可以用于识别零件中属于直弯类型的折弯, 可以对其指定 K 系数、展开长度, 并将其转换成 NX 钣金特征。 |
| 【合并折弯】(Merge Bends) | 可以将中心轴上在同一条直线上的折弯特征进行合并, 经过合并后的折弯在后续操作中会一起变形。 |
| 【定义预折弯】(Define Prebends) | 出于实际状况的考虑, 一些折弯往往需要分几次成型, 此工具可以将折弯划分成多个成型步骤, 用户可指定折弯数目和角度。 |
| 【删除折弯】(Delete Bends) | 可以删除系统自动识别的所有折弯特征。 |

1.2.2.2 折弯操作

1. 功能概述

利用【折弯操作】(Bend Operation) 工具对已转换为 NX 钣金零件的部件模型实施展开、重弯、预折弯和过度折弯的操作, 从而创建钣金零件在不同工步下的成形状态。本工具既可以在单个零件的环境中使用, 也可以在装配环境下使用, 特别是在中间工步的装配中, 使用本工具进行折弯操作尤其直观, 工具说明见表 1-27。



图 1-31 折弯操作对话框

2. 使用方法

(1) 在【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 组中, 单击【折弯操作】(Bend Operation) 图标, 弹出如图 1-31 所示的【折弯操作】对话框。本工具提供了四种操作类型, 分别是【伸直】(Unbend)、【重新折弯】(Rebend)、【预折弯】(Prebend) 和【过度折弯】(Overbend)。根据实际需要选择操作类型。

(2) 如果是处于装配环境下, 选择【输入】(Inputs) 组汇总的【选择中间工步】(Select Intermediate Stage) 选项, 然后在图形窗口中选择需要进行操作的中间工步或者在【装配导

航器】(Assembly Navigator) 中选择对应工步的节点。

(3) 单击【选择折弯】(Select Bend) 选项, 在图形窗口中选择需要进行操作的折弯。如果有需要, 可以勾选【显示备选结果】(Show Alternate Result) 复选框, 切换为另一个结果, 可根据自己的需要选择结果。

(4) 如果将【类型】(Type) 设置为【过度折弯】(Overbend), 那么在【过度折弯参数】(Overbend Parameters) 组中, 系统提供了以下两种参数控制方式。

① 如选择【调整折弯半径大小】(Resize Bend Radius) 复选框, 那么只可以指定【目标半径】(Target Radius) 的大小。

② 如果关闭【调整折弯半径大小】(Resize Bend Radius) 复选框, 那么可以指定【目标角度】(Target Angle) 的大小, 而且还可以考虑是否开启【保持半径固定】(Keep Radius Fixed) 选项。

(5) 单击【应用】按钮, 这样就可以完成有关折弯的操作。

表 1-27 【折弯操作】的通用工具选项说明

| 类 型 | 说 明 |
|-------------------------------------|------------------------|
| 【选择中间工步】(Select Intermediate Stage) | 在装配环境下, 选择需要折弯操作的中间工步。 |
| 【选择折弯】(Select Bends) | 可选择单个或复数个需要进行折弯操作的折弯。 |
| 【显示备选结果】(Show Alternate Result) | 用于控制是否切换到另一个结果。 |

1.2.2.3 分析可成形性——一步式

1. 功能概述

【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-Step) 是基于有限元的成形分析工具, 利用此工具, 可以快速展开钣金零件获得平面轮廓, 也可以展开钣金零件的部分面以获得中间成形状态, 即中间工步; 通过变薄、应力、应变和回弹的分析结果, 可以预测成形的潜在风险。

2. 使用方法

下面介绍用【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-Step) 工具对钣金零件进行分析的步骤, 以【整个展开】(Entire Unform) 的操作类型为例。

(1) 选定边界

① 在【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 组中, 单击【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-Step) 图标, 弹出【分析可成形性——一步式】对话框。

② 将【类型】(Type) 设置为【整个展开】(Entire Unform)。

③ 在【展开区域】(Unform Region) 组中, 确认【选择面】(Select Faces) 是处于激活状态, 然后在图形窗口中选择需要展开的区域。

④ 在【边界条件】(Boundary Conditions) 组中, 从【约束类型】(Constraint Type) 下拉列表中选择合适的类型, 然后在图形窗口中选择合适的对象来定义此约束类型。

(2) 计算成形

① 在【材料】(Material) 组中, 选择合适的材料, 或者从特定的材料库中指定材料。

② 指定脱模方向。

③ 在【厚度】(Thickness) 组中, 指定合适的全局单元大小, 从【曲面类型】(Surface Type)

中选择合适的类型，定义零件的厚度。

④ 在【计算】(Calculation)组中，指定合适的全局单元大小，然后单击【网格】(Mesh)按钮，以便让系统自动划分网格单元。

⑤ 在【计算】(Calculation)组中，单击【计算】(Calculation)按钮，这时系统将利用内置的解算器进行计算，从而获得分析结果。

⑥ 单击【报告】(Report)按钮，将产生分析结果的报告文档。

⑦ 在【设置】(Settings)组中，切换到【求解器】(Solver)，勾选【将分析结果保存至特征】(Save Analysis Results into Feature)复选框，这样就可以确保分析结果随同特征一起被保存。


⑧ 单击【确定】按钮或【应用】按钮，完成零件的成形分析，同时将会产生 Onestep Uniform 特征。

1.2.2.4 定义中间工步

1. 功能概述

利用【定义中间工步】(Define Intermediate Stage)工具，可以创建/编辑中间工步的装配结构，该装配结构利用了 NX 的 Wave 技术，所以中间工步之间具有关联性。在以往版本的 PDW 中，此功能被集成在【直接展开】(Direct Unfolding)工具之中。

2. 使用方法

(1) 在【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools)组中，单击【定义中间工步】(Define Intermediate Stage)图标，弹出【定义中间工步】(Define Intermediate Stage)对话框，如图 1-32 所示。

(2) 按照需求设置【工步序列】(Stage Sequence)、【中间工步数量】(Number of Intermediate Stages)、【起始工位】(Start Station)、【步距】(Pitch)以及【步距方向】(Orientation of Pitch)，然后单击【应用】按钮，系统将在指定方向上产生设定数量、顺序排列的中间工步，注意此时【装配导航器】(Assembly Navigator)，软件将会建立一个装配结构，如图 1-33 所示。



图 1-32 定义中间工步

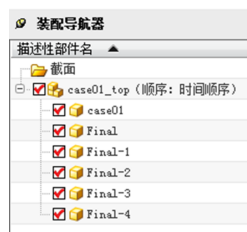



图 1-33 自动建立装配

1.3 案例分析

1.3.1 案例 1-1：中间工步的建立

将练习目录中的 case01 文件夹复制到电脑中，打开 case01\001_prt\case01.prt 文件。

1. 识别折弯

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中，单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【直接展开】(Direct Unfolding) 图标，弹出【直接展开】(Direct Unfolding) 对话框。

(2) 将【类型】(Type) 设置为【识别折弯】(Recognize Bends)，单击【应用】按钮。

(3) 在图形窗口中选择如图 1-34 所示的零件上表面。

(4) 此时系统将会自动识别零件中的直弯特征，识别的结果将会显示在对话框中的折弯表中，如图 1-35 所示，单击【确定】按钮。

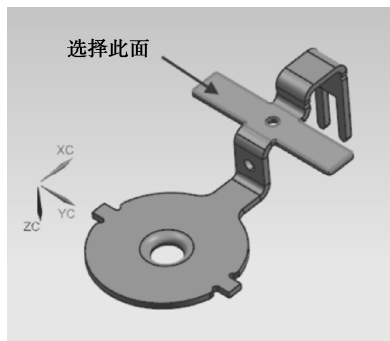


图 1-34 选择基本面


折弯表

选择折弯 (0)

| 名称 | 半径 | 角度 | K |
|-------------|--------|--------|--------|
| FR_BEND (0) | 0.6300 | 45.000 | 0.3300 |
| FR_BEND (1) | 0.6300 | 45.000 | 0.3300 |
| FR_BEND (2) | 0.6300 | 90.000 | 0.3300 |
| FR_BEND (3) | 0.6300 | 90.000 | 0.3300 |
| FR_BEND (4) | 0.6300 | 90.000 | 0.3300 |
| FR_BEND (5) | 0.6300 | 90.000 | 0.3300 |

图 1-35 识别的折弯

2. 定义中间工步的装配结构

(1) 单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 图标，弹出【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 对话框，将【中间工步数量】(Number of Intermediate Stages) 设置为 5，【起始工位】(Start Station) 设置为 4，其余为默认，如图 1-36 所示。

(2) 单击【应用】按钮，出现如图 1-37 所示的结果，注意装配导航器 (Assembly Navigator) 的变化，可观察到系统建立了一个装配结构，如图 1-38 所示，其中每个节点对应一个中间工步。



图 1-36 定义参数

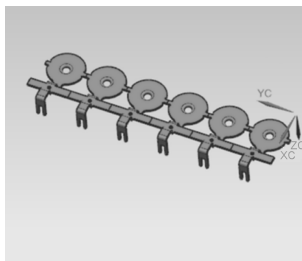


图 1-37 自动建立中间工步



图 1-38 中间工步的装配结构

3. 创建中间工步

(1) 创建倒数第一个工步

① 单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools)库中的【折弯操作】(Bend Operation)图标, 弹出【折弯操作】对话框。

② 将【类型】(Type) 设置为【伸直】(Unbend)。

③ 选择【输入】(Inputs) 组中的【选择中间工步】(Select Intermediate Stage) 选项, 选择倒数第一个工步, 即 Final-1 部件, 此时 Final-1 将会自动成为工作部件, 留意装配导航器的变化。

④ 选择【选择折弯】(Select Bend) 选项, 在图形窗口中选择图 1-39 (a) 所示折弯, 此时系统显示伸直效果, 如图 1-39 (b) 所示, 若折弯结果不对, 则勾选【显示备选结果】(Show Alternate Result) 选项 ☒ 显示备选结果。

⑤ 单击【确定】按钮, 就可以将所选折弯自动展平, 同时与其关联的其他中间工步也随之更新, 如图 1-40 所示。

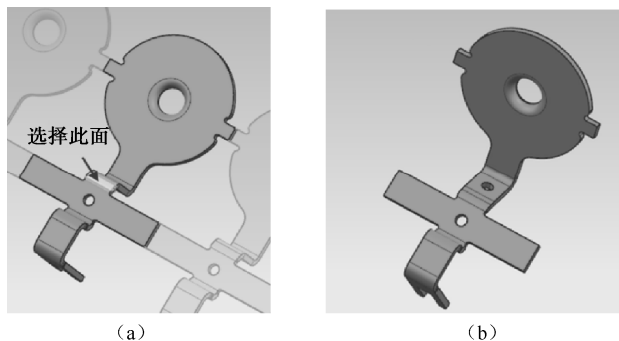


图 1-39 倒数第一个工步

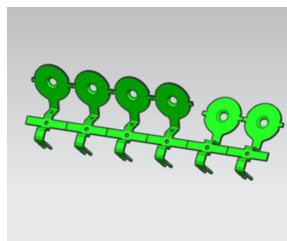


图 1-40 更新后的中间工步

(2) 创建倒数第二个工步

① 确认【类型】(Type) 设置为【伸直】(Unbend)。

② 选择【输入】(Inputs) 组中的【选择中间工步】(Select Intermediate Stage) 选项, 然后在图形窗口中选择倒数第二个工步, 即 Final-2 部件, 此时 Final-2 将会自动成为工作部件。

③ 选择【选择折弯】(Select Bend) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-41 (a) 所示折弯, 浏览结果如图 1-41 (b) 所示, 如果不是, 则勾选【显示备选结果】(Show Alternate Result) 选项, 然后单击【应用】按钮。

④ 选择【选择折弯】(Select Bend) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-42 (a) 所示折弯, 浏览结果如图 1-42 (b) 所示, 如果不是, 则勾选【显示备选结果】(Show Alternate Result) 选项, 然后单击【应用】按钮。

(3) 创建倒数第三个工步

① 确认【类型】(Type) 设置为【伸直】(Unbend)。

② 选择【输入】(Inputs) 组中的【选择中间工步】(Select Intermediate Stage) 选项, 然后在图形窗口中选择倒数第三个工步, 即 Final-3 部件, 此时 Final-3 将会自动成为工作部件。

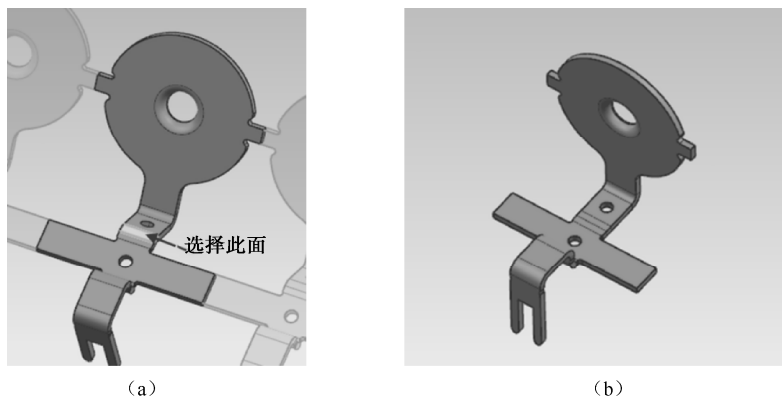


图 1-41 倒数第二个工步 (1)

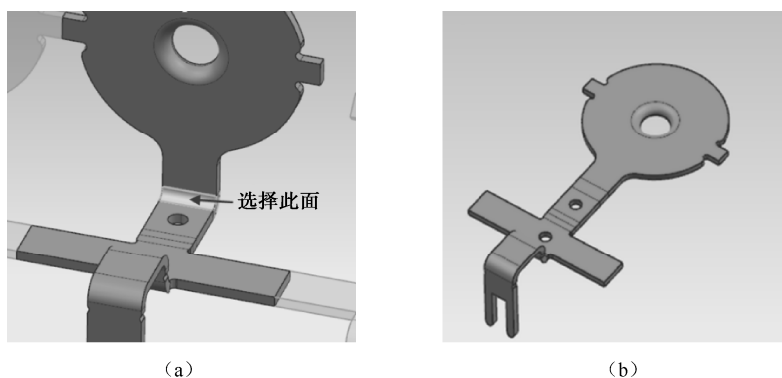


图 1-42 倒数第二个工步 (2)

③ 选择【选择折弯】(Select Bend)，选择如图 1-43 (a) 所示折弯，浏览结果如图 1-43 (b) 所示，如果不是，则勾选【显示备选结果】(Show Alternate Result) 选项，然后单击【应用】按钮。

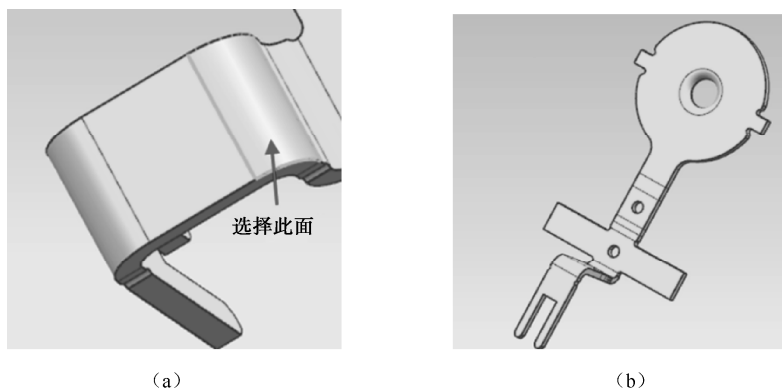


图 1-43 倒数第三个工步 (1)

④ 选择【选择折弯】(Select Bend)，选择如图 1-44 (a) 所示折弯，浏览结果如图 1-44 (b) 所示，如果不是，则勾选【显示备选结果】(Show Alternate Result) 选项，然后单击【应用】按钮。

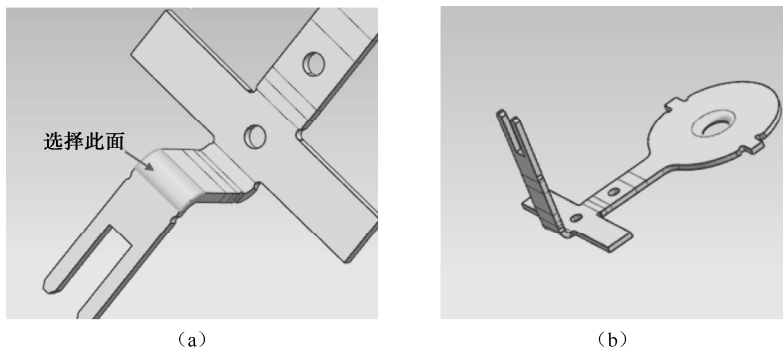


图 1-44 倒数第三个工步 (2)

⑤ 选择【选择折弯】(Select Bend)，选择如图 1-45 (a) 所示折弯，浏览结果如图 1-45 (b) 所示，如果不是，则勾选【显示备选结果】(Show Alternate Result) 选项，然后单击【应用】按钮。

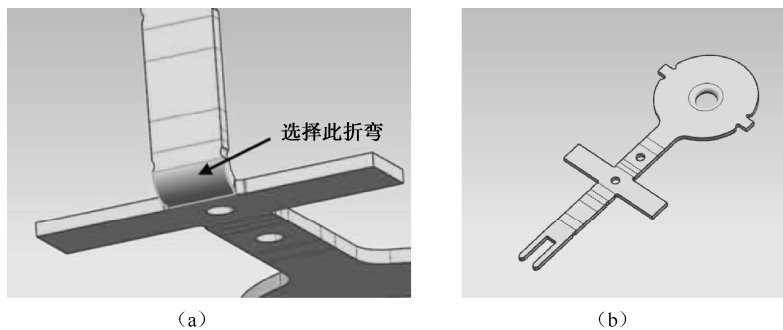


图 1-45 倒数第三个工步 (3)

(4) 创建倒数第四个工步

① 选择【输入】(Inputs) 组中【选择中间工步】(Select Intermediate Stage) 选项，然后在图形窗口中选择倒数第五个工步，也就是毛坯，即 Final-4 部件。

② 单击【确定】按钮，此时 Final-4 将会自动成为工作部件。

③ 选择【主页】选项卡，选择【同步建模】(Synchronous Modeling) 库中的【删除面】(Delete Face) 图标 ，弹出【删除面】(Delete Face) 对话框。

④ 选择图 1-46 所示面，即正反面所有的凸包表面以及孔。

⑤ 单击【确定】按钮。删除所选择的面，结果如图 1-47 所示。



图 1-46 删除面示意图

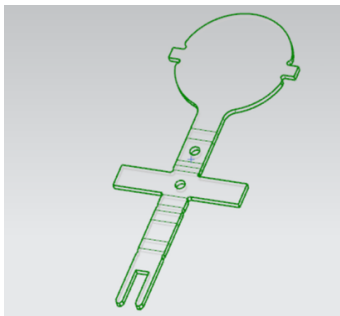





图 1-47 删除孔效果图

⑥ 选择【主页】(Home) 选项卡, 选择【特征】(Feature) 库内的【孔】(Hole) 图标, 弹出【孔】(Hole) 对话框。

⑦ 选择【位置】(Position) 组中【绘制截面】(Sketch Section) 图标, 弹出【创建草图】(Create Sketch) 对话框, 在图形窗口中选择如图 1-48 所示面(注意坐标轴方向应如图所示), 单击【确定】按钮。

⑧ 在新建的草图中绘制一个如图 1-49 所示的点, 然后单击【主页】(Home) 选项卡中的【完成】(Finish) 图标。

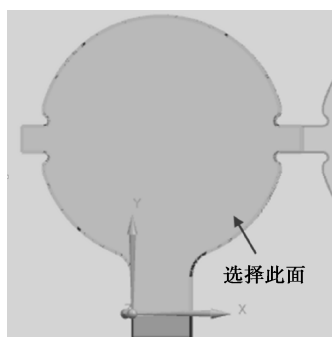


图 1-48 创建草图示意图

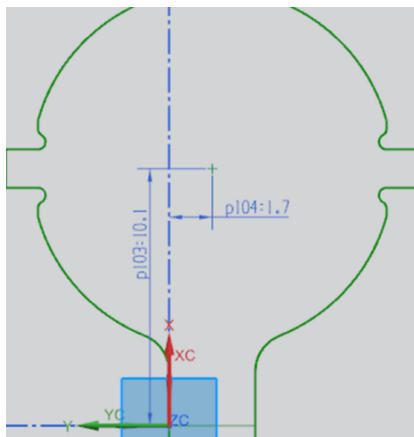


图 1-49 草图示意图

⑨ 将【孔】(Hole) 对话框中的【形状与尺寸】(Form and Dimensions) 组内【直径】选项中的数值设置为 2mm, 【深度限制】对应的选项设置为【贯通体】, 如图 1-50 所示。

⑩ 单击【确定】按钮, 效果如图 1-51 所示。



图 1-50 孔对话框示意图



图 1-51 孔效果图

4. 插入中间工步

(1) 在【级进模向导】选项卡中, 单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 图标, 弹出【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 对话框。

(2) 选择【编辑中间工步】(Edit Intermediate Stage) 组中【选择中间工步】(Select Intermediate Stage) (Select Intermediate Stage) 选项, 在图形窗口中选择 Final-3 部件, 其余为默认, 如图 1-52 所示。

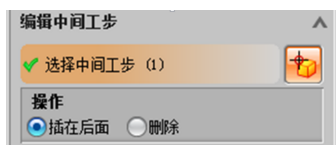


图 1-52 插入中间工步示意图

(3) 单击【应用】按钮, 这样系统会在被选中的中间工步后插入一个新工步, 同时新增一个装配节点 Final-3_1。

(4) 选择【选择中间工步】(Select Intermediate Stage) 选项, 在图形窗口中选择上一步骤创建 Final-3_1 部件, 其余为默认。

(5) 单击【应用】按钮, 这样系统会在被选中的中间工步后插入一个新工步, 同时新增一个装配节点 Final-3_1_1, 如图 1-53 所示, 而本例的最终处理效果如图 1-54 所示。

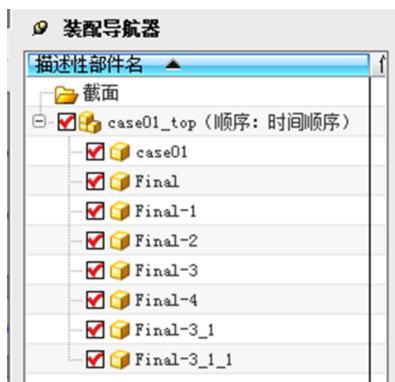


图 1-53 新增的工步节点

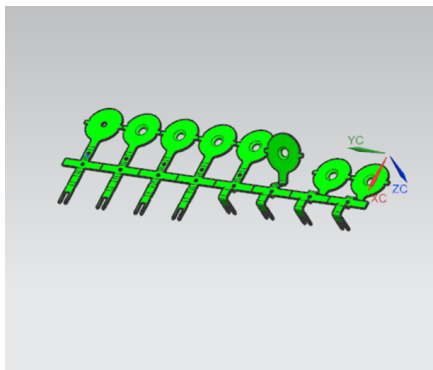



图 1-54 最终完成效果图

1.3.2 案例 1-2：中间工步的建立

将练习目录中的 case02 文件夹复制到电脑中, 打开 case02\001_part\fr_case01_stp.prt。

1. 零件预处理

(1) 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【拉伸】(Extrude) 图标 , 弹出【拉伸】(Extrude) 对话框。

(2) 选择菜单栏中的【自动判断曲线】(Inver Curves) 下拉栏, 选择【面的边】(Face Edges) 选项, 如图 1-55 所示, 选择如图 1-56 所示面。



图 1-55 曲线选项

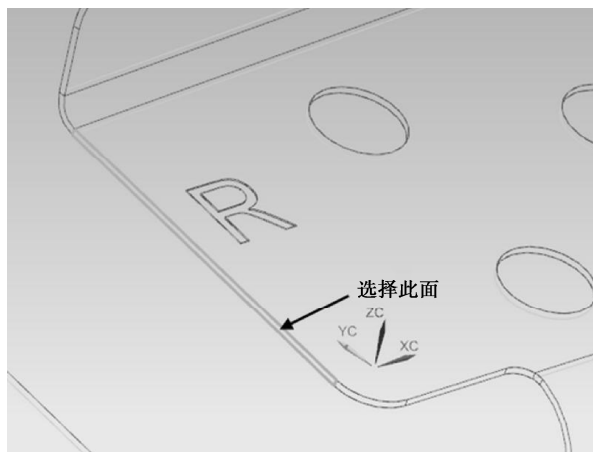


图 1-56 选择面示意图

(3) 在【拉伸】(Extrude)对话框中,将【限制】(Limits)组中【结束】(End)对应的选项设置为【直至下一个】(Until Next),如图1-57(a)所示。

(4) 将【布尔】(Boolean)组中的【布尔】(Boolean)对应的选项设置为【无】(None),如图1-57(b)所示。



图 1-57 拉伸长度设置

(5) 单击【确定】按钮,完成效果如图1-58所示。

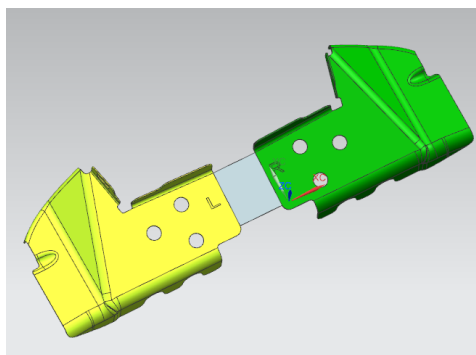



图 1-58 拉伸完成图

2. 定义中间工步的装配结构

(1) 在【级进模向导】选项卡中,单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools)库中的【定义中间工步】(Define Intermediate Stage)图标,弹出【定义中间工步】(Define Intermediate Stage)对话框。

(2) 将【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 组中【中间工步数量】(Number of Intermediate Stages) 选项的数值设置为 2, 【起始工位】(Start Station) 选项数值设置为 1, 【步距】(Pitch) 选项的数值设置为 200, 其余选项为默认, 如图 1-59 所示。

(3) 单击【确定】按钮, 程序将会自动创建 Final 和 Final-1 部件, 如图 1-60 所示。




图 1-59 定义中间工步数值



图 1-60 定义中间工步

3. 创建倒数第一个工步

(1) 在图形窗口中双击 Final-1 部件, 使其处于激活状态; 在【级进模向导】选项卡中, 单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【全部展开】(Universal Uniform) 图标 , 弹出【全部展开】对话框。

(2) 选择【选择参考面或边】(Select Reference Face or Edge) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-61 (a) 所示面; 单击【选择折弯面】(Select Bend Faces) 选项, 选择如图 1-61 (b) 所示折弯面, 单击【应用】按钮。

(3) 选择【选择参考面或边】(Select Reference Face or Edge) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-61 (a) 所示面; 选择【选择折弯面】(Select Bend Faces) 选项, 选择如图 1-61 (c) 所示折弯面, 单击【应用】按钮。

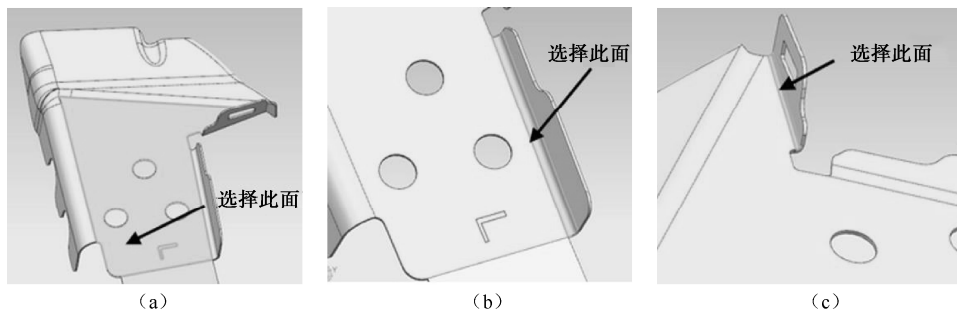


图 1-61 全部展开示意图

(4) 按照上述步骤在表示有 R 字样的部分重复操作一次, 本步骤最后效果图如图 1-62 所示。

4. 创建倒数第二个工步

(1) 建立本工步

① 在【级进模向导】选项卡中, 选择【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 图标, 弹出【定义中间工步】(Define

Intermediate Stage) 对话框。

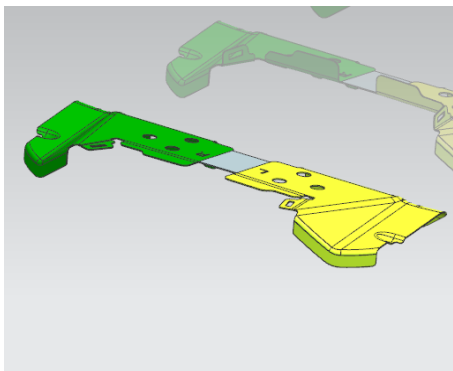
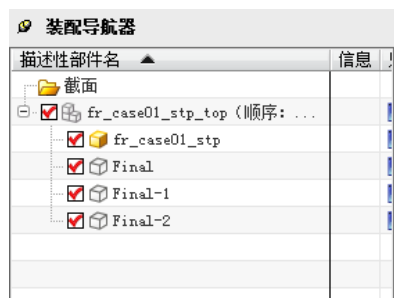


图 1-62 完成本步骤示意图

② 将【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 组中的【中间工步数量】(Number of Intermediate Stages) 选项的数值设置为 3, 其余为默认, 如图 1-63 (a) 所示, 单击【确定】按钮; 程序将会自动创建 Final-2 部件, 如图 1-63 (b) 所示。




(a)




(b)

图 1-63 添加中间工步

(2) 分析可成形性——一步式处理

① 在图形界面双击 Final-2 部件, 使其处于激活状态; 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-step) 图标 , 弹出【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-step) 对话框。

② 将【类型】(Type) 设置为【中间展开】(Intermediate Uniform); 将菜单栏中的【相切面】(Tangent Faces) 选项设置为【单个面】(Single Face), 如图 1-64 所示; 选择【展开区域】(Uniform Region) 选项中的【选择面】(Select Faces) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-65 所示 (共 4 个面) 部件。

③ 选择【目标区域】(Target Region) 组中【选择面】(Select Faces) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-66 (a) 所示的四个面; 单击【边界条件】(Boundary Condition) 组中的【选择展开曲线】(Select Uniform Curve) 图标 , 使刚才选中的面保存到【边界条件】(Boundary Conditions) 选项中的列表, 如图 1-66 (b) 所示。

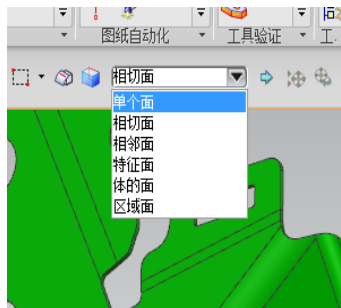


图 1-64 选择面方式

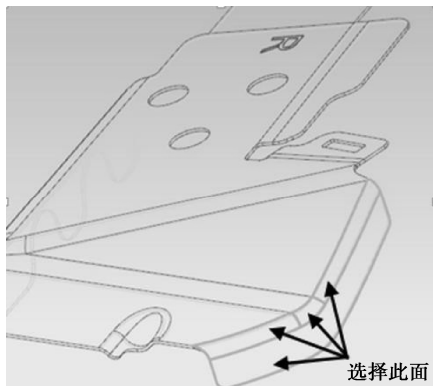
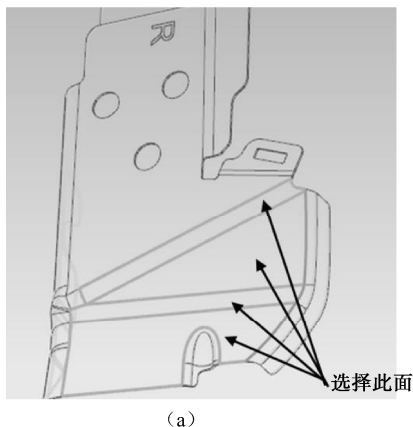


图 1-65 展开区域选择面



(a)



(b)

图 1-66 目标区域选项



④ 展开【计算】(Calculation)组,将【全局单元大小】(Overall Element Size)选项中的数值设置为1.2,单击此选项下方左侧的【网格】(Mesh)图标,处理完成后旁边的按钮将会变得可用,如图1-67所示;单击右侧的【计算】(Calculation)图标,软件自行生成如图1-68所示曲线,单击【确定】按钮。



图 1-67 计算网格示意图

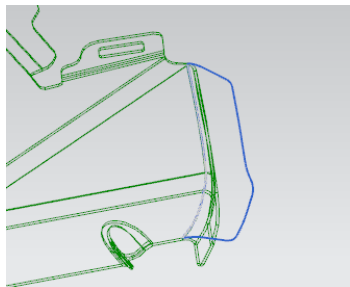




图 1-68 生成曲线示意图

(3) 抽取几何体

① 在【主页】(Home)选项卡中,单击【特征】库中的【更多】图标,弹出菜单,选择【关联复制】(Associative Copy)库中的【抽取几何体】(Extract Geometry)选项,弹出【抽取几何体】(Extract Geometry)对话框。

② 在【抽取几何体】(Extract Geometry)对话框中,选择【类型】(Type)组中的选择框,选择【面】(Face)选项,勾选【设置】(Settings)组中【固定于当前时间戳记】(Fix at Current Timestamp)选项,选择【面】(Face)组中【面选项】(Face Option)选项,选择【面链】(Face Chain),如图1-69(a)所示;选择【选择面】(Select Faces)选项,选择如图1-69(b)所示四个面,单击【确定】按钮。

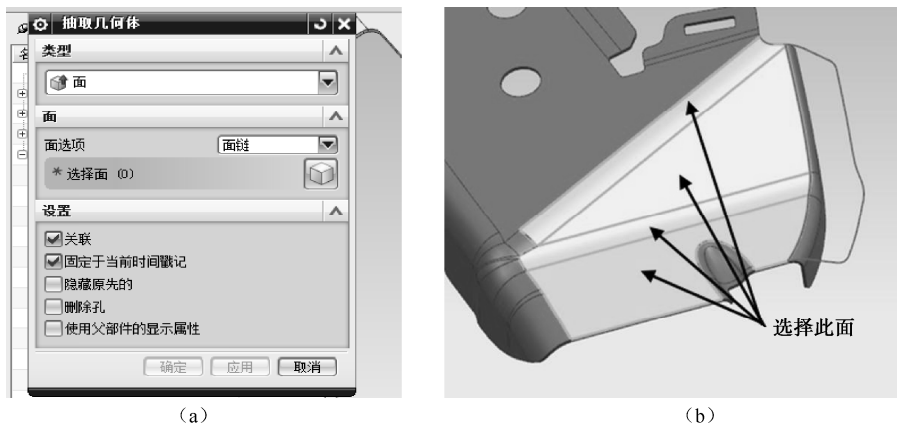



图 1-69 抽取几何体示意图

(4) 延伸片体

① 在【主页】(Home)选项卡中,单击【特征】(Feature)库中的【更多】(More)图标,弹出菜单,选择【修剪】(Trim)库中的【修剪和延伸】(Trim and Expand)选项 ,弹出【修剪和延伸】(Trim and Expand)对话框。

② 在图形窗口中选中如图1-70(a)所示的四条曲线(注意上端有条很短的曲线,必须选上),将【延伸】(Extention)组中【距离】(Distance)选项的数值设置为25mm,单击【应用】按钮,效果如图1-70(b)所示。

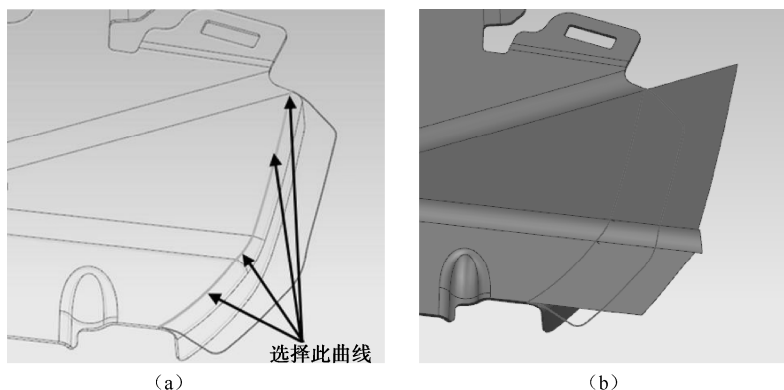



图 1-70 延伸示意图(1)

③ 选中如图1-71(a)所示曲线,将【距离】(Distance)选项的数值设置为8mm,单击【确定】按钮,效果如图1-71(b)所示。

(5) 修剪片体

① 在【主页】(Home)选项卡中,单击【特征】(Feature)库中的【更多】(More)图

标, 弹出菜单, 选择【修剪】(Trim) 库中的【修剪片体】(Trimmed Sheet) 选项 , 弹出【修剪片体】(Trimmed Sheet) 对话框。

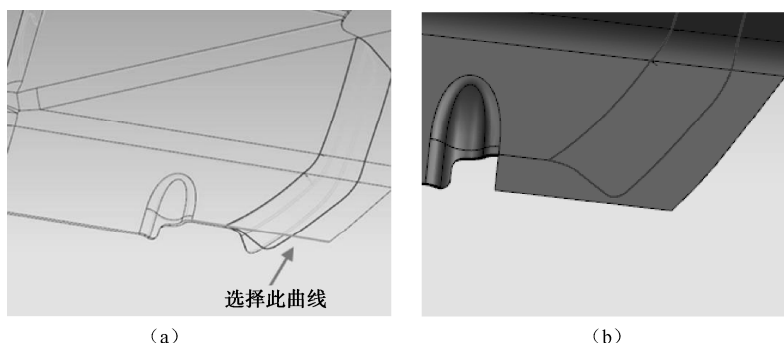


图 1-71 延伸示意图 (2)

② 在【修剪片体】(Trimmed Sheet) 对话框中, 选择【目标】(Target) 组中的【选择片体】(Select Sheet Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-72 (a) 所示片体。

③ 选择【边界对象】(Boundary Objects) 组中的【选择对象】(Select Objects) 选项, 将选择过滤器设置为【曲线】(Curve)  菜单  曲线 , 选择步骤二中生成的曲线 (共 13 条), 如图 1-72 (b) 所示。

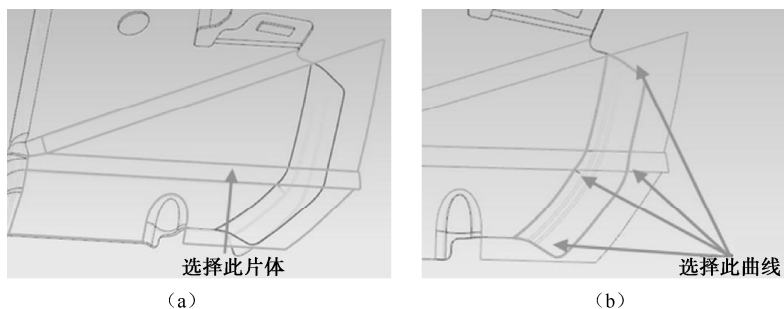


图 1-72 修剪片体示意图

④ 根据浏览结果判断是否单击【区域】(Region) 组中的【舍弃】(Discard) 选项, 单击【确定】按钮, 修剪片体效果如图 1-73 所示。

(6) 加厚片体



① 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标, 弹出菜单, 单击【偏置/缩放】(Offset/Scale) 库中的【加厚】(Thicken) 选项 , 弹出【加厚】(Thicken) 对话框。

图 1-73 修剪片体效果图

② 选择如图 1-74 (a) 所示的片体 (数量为 4), 方向应为向下, 若方向不对, 则应单击【厚度】(Thickness) 组中【反向】(Reverse Direction) 图标 。

③ 将【厚度】(Thickness) 组中【偏置 1】(Offset 1) 的数值设置为 0mm, 【偏置 2】(Offset 2) 的数值设置为 0.9mm, 如图 1-74 (b) 所示。

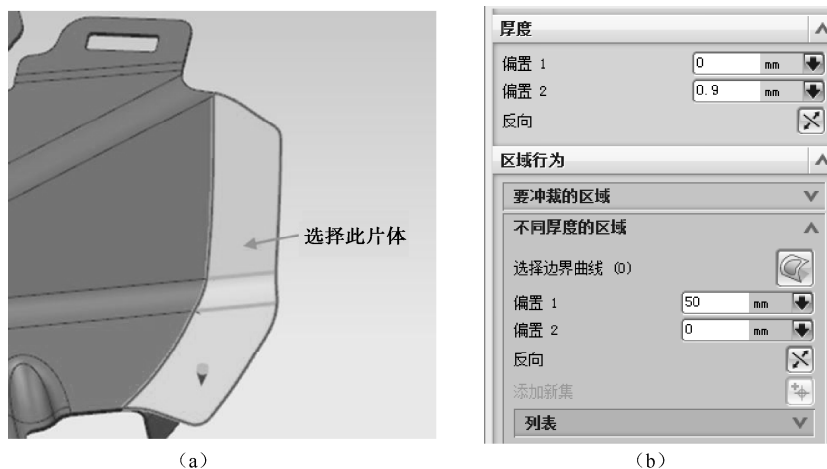





图 1-74 加厚示意图

④ 将【布尔】(Boolean)组内的选项设置为【无】(None), 单击【确定】按钮, 效果如图 1-75 所示。

(7) 修剪和部件求和

① 在【主页】(Home)选项卡中, 单击【特征】(Feature)库中的【修剪体】(Trim Body)图标 , 弹出【修剪体】(Trim Body)对话框。

② 选择【目标】(Target)组中【选择体】(Select Body)选项, 在图形窗口中选择如图 1-76 (a) 所示部件。

③ 选择【工具】(Tools)组中【选择面或平面】(Select Face or Plane)选项, 将菜单栏中【体的面】选项  设置为【相切面】 , 在图形窗口中选择如图 1-76 (a) 所示面 (共 4 个面), 若此时软件报错, 则将【设置】(Settings)组中的【公差】选项数值设置为 0.01, 如图 1-76 (b) 所示。

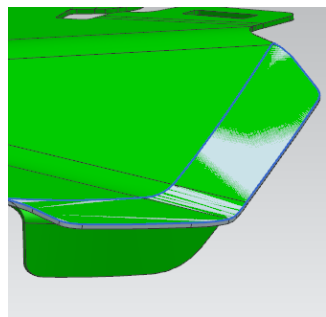


图 1-75 加厚效果示意图

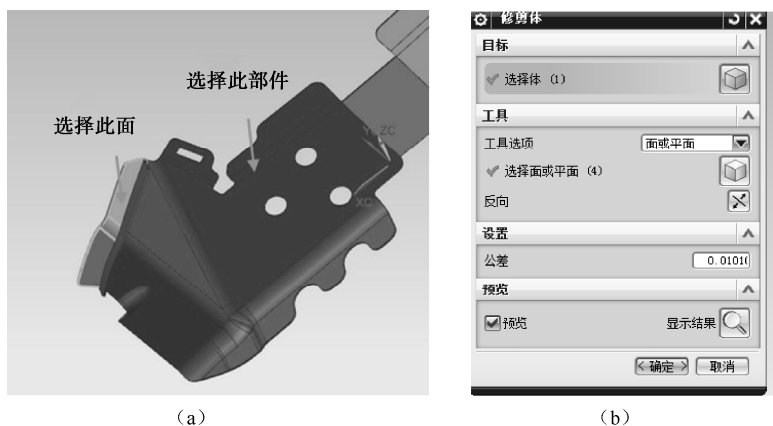


图 1-76 修剪体示意图

④ 单击【确定】按钮, 完成图如图 1-77 所示。

⑤ 在【主页】(Home)选项卡中, 单击【特征】(Feature)库中【求和】(Unite)图标, 弹出【求和】对话框。

⑥ 选择【求和】对话框中【目标】(Target) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-78 所示目标体。

⑦ 选择【工具】(Tools) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-78 所示工具体, 单击【确定】按钮。

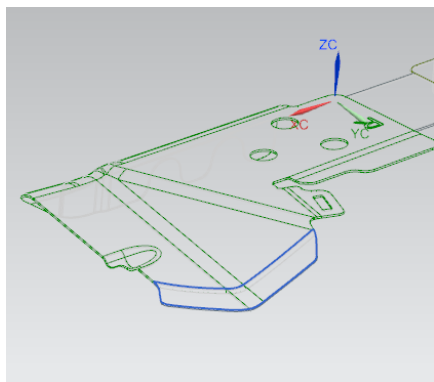


图 1-77 修剪体完成效果图

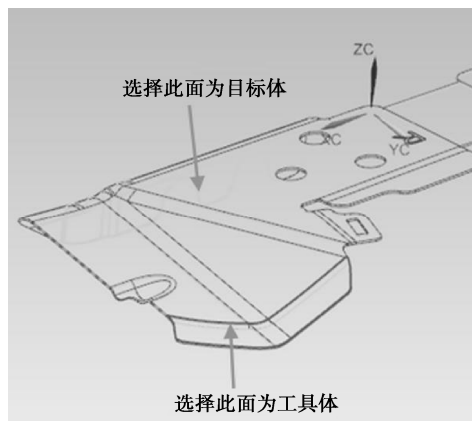


图 1-78 求和示意图

(8) 创建镜像部件

① 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标, 弹出菜单, 单击【关联复制】(Associative Copy) 组中的【抽取几何体】(Extract Geometry) 图标, 弹出【抽取几何体】(Extract Geometry) 对话框。

② 在【抽取几何体】(Extract Geometry) 对话框中, 将【设置】(Settings) 组中的【关联】选项的钩去除, 如图 1-79 (a) 所示。

③ 在图形窗口中选中部件中的 L 字样, 如图 1-79 (b) 所示。

④ 单击【确定】按钮, 在【部件导航器】(Assembly Navigator) 中将刚刚新建的【抽取面】旁边的钩去除, 如图 1-79 (c) 所示。

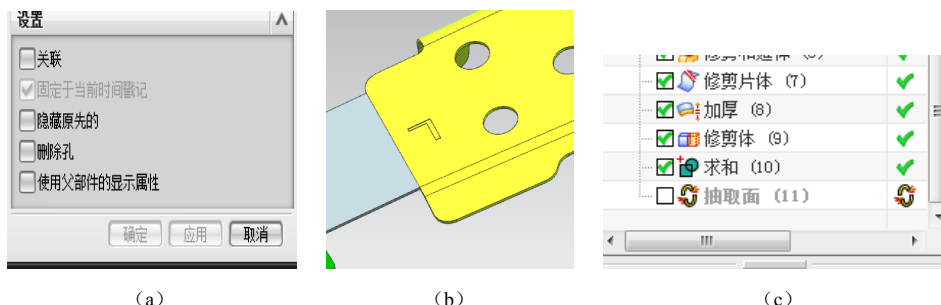



图 1-79 抽取几何体示意图

⑤ 将菜单栏中的过滤器设置为实体 实体 整个装配, 在图形窗口中将拥有 L 字样的部分删除。

⑥ 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标, 单击【关联复制】(Associative Copy) 组中的【镜像几何体】(Mirror Geometry) 图标  镜像几何体, 弹出【镜像几何体】对话框。

⑦ 在【镜像几何体】对话框中,选择【要镜像的几何体】(Geometry to Mirror)组中的【选择对象】(Select Objects)选项,在图形窗口中选择如图1-80(a)所示部件。

⑧ 选择【镜像平面】(Mirror Plane)组中的【指定平面】(Specify Plane)选项,选择如图1-80(a)所示点(即中间部件边的中点)。

⑨ 单击【确定】按钮,效果如图1-80(b)所示。

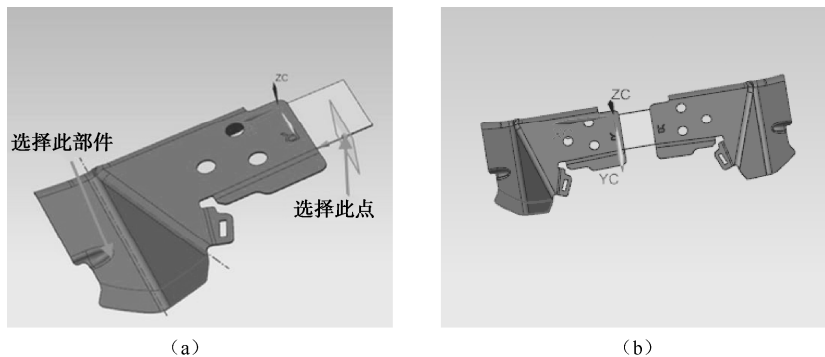


图1-80 镜像几何体示意图

⑩ 在【主页】(Home)选项卡中,选择【同步建模】(Synchronous Modeling)库中【删除面】(Delete Face)选项 ,弹出【删除面】(Delete Face)对话框。

⑪ 在【删除面】(Delete Face)对话框中,选择【面】(Face)组中【选择面】(Select Faces)选项,在图形窗口中拖动鼠标选中上一步骤创建的镜像几何体中的整个R字样(共22个面)。

⑫ 单击【确定】按钮,效果如图1-81所示。

⑬ 在【部件导航器】(Assembly Navigator)中,将刚才去掉勾选的【抽取面】选项重新勾选。

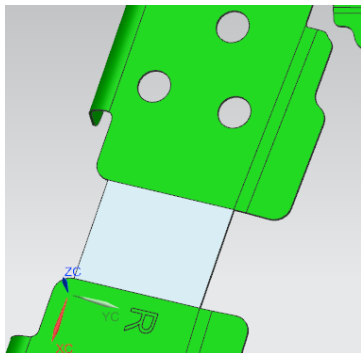




图1-81 删除面示意图

⑭ 在【主页】(Home)选项卡中,单击【特征】(Feature)库中的【更多】(More)图标,弹出菜单,单击【组合】(Combine)组中的【补片】(Patch)选项 ,弹出【补片】对话框。

⑮ 在【补片】对话框中,勾选【设置】(Settings)组中【在实体目标中开孔】(Make Hole in Solid Target)选项,如图1-82(a)所示。

⑯ 选择【目标】(Target)组中【选择体】(Select Body)选项,在图形窗口中选择上述步骤中创建的镜像几何体,选择【工具】(Tools)组中的【选择片体】(Select Sheet Body)选项,在图形窗口中选择上述步骤中创建的抽取体(即L字样片体),如图1-82(b)所示。

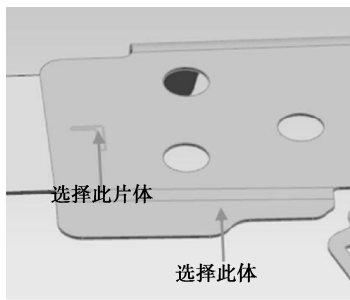
⑰ 在【装配导航器】中,右击【final-2】部件,选择【显示父项】组中的主装配文件,显示主装配文件。右击上述步骤中创建的镜像几何体,在弹出的菜单中单击【编辑显示】(Edit Object Display),弹出【编辑对象显示】对话框。

⑱ 将【菜单】栏中的【过滤器】设置为【实体】以及【整个装配】 ;单击【基本符号】组中的【颜色】对应的颜色框,弹出【颜色】对话框,选择第一行左数第四个颜色(ID6 Yellow),单击【确定】按钮;在【编辑对象显示】对话框中,勾选【设置】

(Settings) 组中的【应用于选定体的所有面】(Apply to All Faces of Selected Body) 选项以及【将更改应用于属主部件】(Apply Changes to Owned Part) 选项, 单击【确定】按钮, 如图 1-83 所示。



(a)



(b)

图 1-82 补片示意图



图 1-83 编辑显示

5. 创建倒数第三个工步

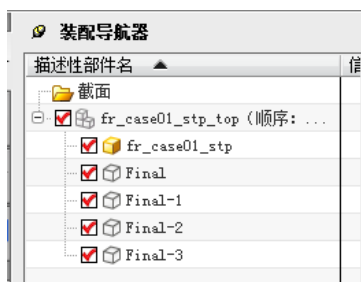
(1) 建立本工步

① 在【级进模向导】选项卡中, 单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 图标, 弹出【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 对话框。

② 将【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 组中的【中间工步数量】(Number of Intermediate Stages) 选项的数值设置为 4, 其余为默认, 如图 1-84 (a) 所示, 单击【确定】按钮; 程序将会自动创建 Final-3 部件, 如图 1-84 (b) 所示。



(a)



(b)


图 1-84 创建本工步

(2) 分析可成形性——一步式处理

① 在图形界面双击 Final-3 部件, 使其处于激活状态; 在【级进模向导】选项卡中, 单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-step) 图标, 弹出【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-step) 对话框。

② 将【类型】(Type) 设置为【中间展开】; 将菜单栏中的【相切面】选项设置为【单个面】, 选择【展开区域】(Uniform Region) 选项中的【选择面】(Select Faces) 选项, 在图

形窗口中选择如图 1-85 所示方框内所有面。

③ 选择【目标区域】组中【选择面】(Select Faces) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-86 所示 (共 4 个面); 单击【边界条件】(Boundary Conditions) 组中的【选择展开曲线】图标, 使刚才选中的面保存到【边界条件】(Boundary Conditions) 选项中的列表。

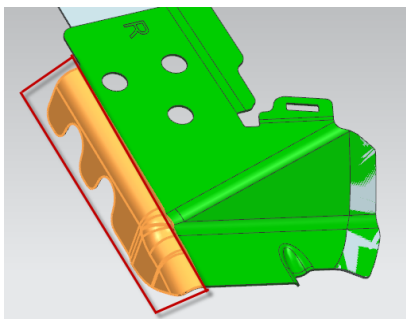


图 1-85 展开区域

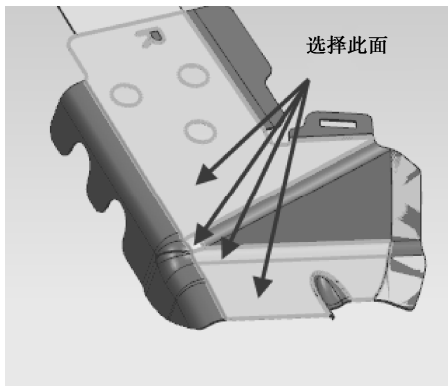





图 1-86 目标区域

④ 展开【计算】(Calculation) 组, 将【全局单元大小】选项中的数值设置为 1.5, 单击此选项下方左侧的【网格】(Mesh)  图标, 处理完成后, 单击右侧的【计算】(Calculation) 图标, 软件自行生成如图 1-87 所示的曲线, 单击【确定】按钮。

(3) 生成片体

① 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【拉伸】(Extrude) 图标, 弹出【拉伸】(Extrude) 对话框。

② 在图形窗口中选择如图 1-88 (a) 所示拉伸曲线, 选择【方向】组中的【指定矢量】选项, 在图形窗口中选择如图 1-88 (a) 所示的矢量曲线, 方向应指向 Y 轴反方向, 若相反则单击【反向】(Reverse Direction) 图标。

③ 在【限制】(Limits) 组中, 将【结束距离】选项数值设置为 56mm, 其余为默认, 如图 1-88 (b) 所示。

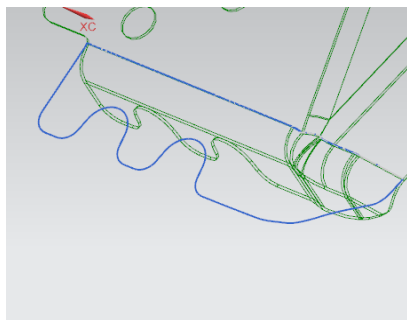
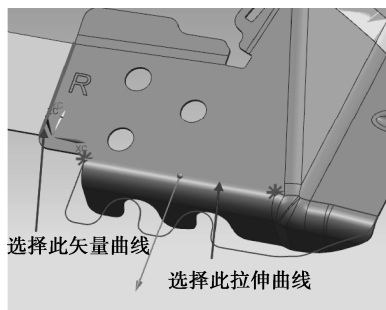
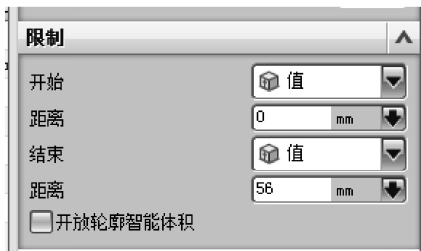


图 1-87 生成曲线



(a)



(b)

图 1-88 拉伸示意图

④ 单击【应用】按钮，效果如图 1-89 所示。

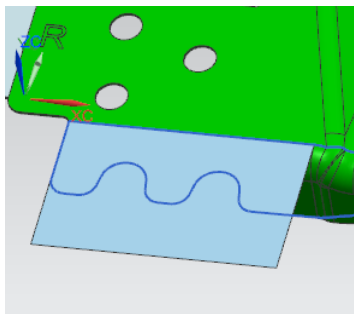



图 1-89 拉伸效果示意图 1

⑤ 选择【截面】组中【选择曲线】选项，在图形窗口中选择如图 1-90 (a) 所示拉伸曲线，选择【方向】组中【指定矢量】选项，在图形窗口中选择如图 1-90 (a) 所示矢量曲线，方向应指向为 Y 轴反方向，若相反则单击【反向】(Reverse Direction) 图标.

⑥ 【限制】(Limits) 组中数值设置与步骤③相同，单击【确定】按钮，效果如图 1-90 (b) 所示。

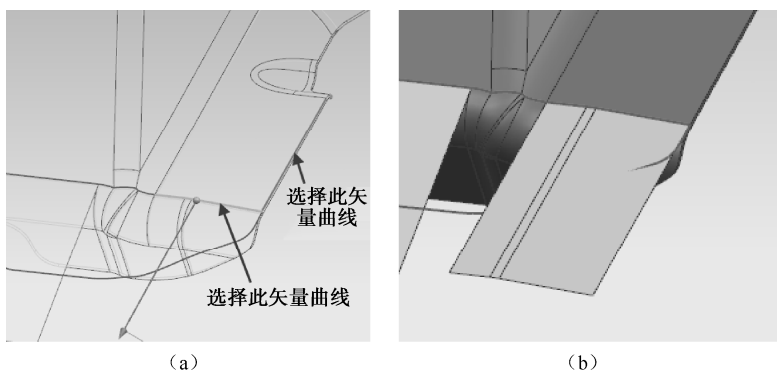



图 1-90 拉伸效果示意图 2

⑦ 在【主页】(Home) 选项卡中，单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标，弹出菜单，选择【修剪】(Trim) 库中的【修剪片体】(Trimmed Sheet) 选项, 弹出【修剪片体】(Trimmed Sheet) 对话框。

⑧ 在【修剪片体】(Trimmed Sheet) 对话框中，选择【目标】(Target) 组中的【选择片体】(Select Sheet Body) 选择，在图形窗口中选择如图 1-91 所示片体；

⑨ 选择【边界对象】(Boundary Objects) 组中的【选择对象】(Select Objects) 选项，将选择过滤器设置为【曲线】(Curve)  菜单 曲线, 选择上述步骤中【分析可成形性—一次式】中生成的曲线，如图 1-91 所示。

⑩ 选择【区域】(Region) 组中的【舍弃】(Discard) 选项，单击【应用】按钮。

⑪ 重复上述步骤修剪另一片体，修剪片体总效果如图 1-92 所示。

⑫ 在【曲线】(Curve) 选项卡中，单击【派生的曲线】(Derived Curve) 库中【桥接曲线】(Bridge Curve) 图标, 弹出【桥接曲线】对话框。

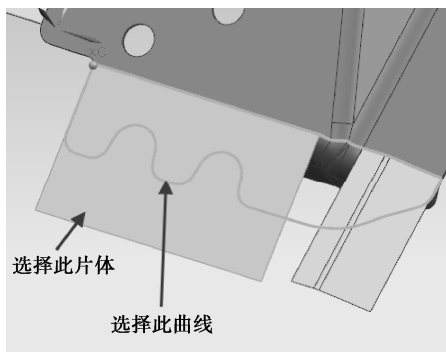


图 1-91 修剪片体

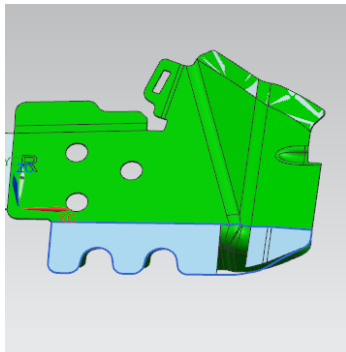



图 1-92 修剪片体效果图

⑬ 将过滤器设置为【边】(Edge) , 选择【起始对象】(Start Object) 组中【选择曲线】(Select Curve) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-93 所示起始曲线。

⑭ 选择【终止对象】(End Object) 组中【选择曲线】选项, 在图形窗口中选择如图 1-93 所示终止曲线。

⑮ 单击【确定】按钮, 效果如图 1-94 所示。

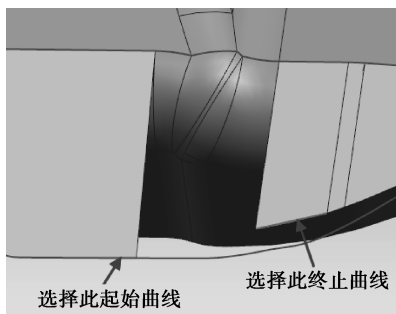


图 1-93 选择曲线示意图

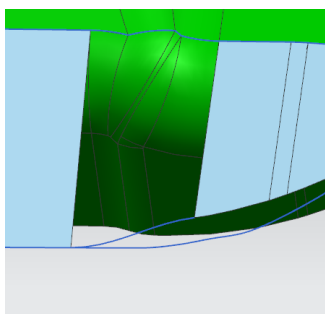


图 1-94 桥接曲线完成图

⑯ 在【曲面】(Surface) 选项卡中, 单击【曲面】组中【通过曲线网格】(Through Curve Mesh) 图标, 弹出【通过曲线网格】对话框。

⑰ 选择【主曲线】(Primary Curves) 组中【选择曲线或点】(Choose Curve or Point) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-95 所示第一组曲线 (1 条), 单击【添加新集】(Add New Set) 图标, 将此组曲线添加到列表中。

⑱ 在图形窗口中选择如图 1-95 所示第二组曲线 (1 条), 单击【添加新集】(Add New Set) 图标, 将此组曲线添加到列表中。

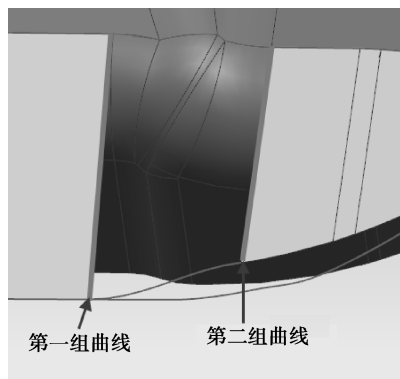


图 1-95 选择主曲线

⑲ 选择【交叉曲线】(Cross Curve) 组中【选择曲线】选项, 在图形窗口中选择如图 1-96 所示第一组曲线 (共 4 条), 单击【添加新集】(Add New Set) 图标, 将此组曲线添加到列表中。

⑳ 图形窗口中选择如图 1-96 所示第二组曲线 (共 4 条), 单击【添加新集】(Add New Set) 图标, 将此组曲线添加到列表中。

⑫ 单击【确定】按钮，完成效果图如图 1-97 所示。

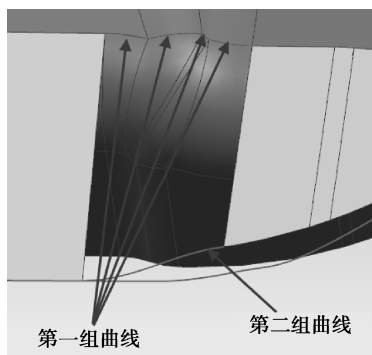


图 1-96 交叉曲线示意图

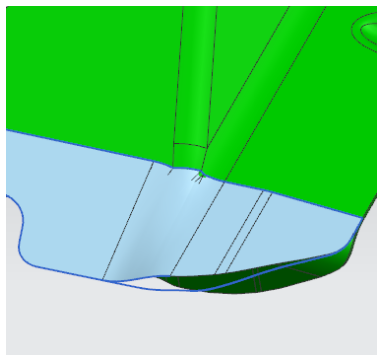



图 1-97 创建片体效果图


⑬ 在【主页】(Home) 选项卡中，单击【特征】(Feature) 组中【更多】(More) 图标，弹出菜单，单击【组合】(Combine) 组中的【缝合】(Sew) 图标 ，弹出【缝合】对话框。

⑭ 在图形窗口中，选择上述步骤中创建的三个片体，单击【确定】按钮。此时三个片体将会组合成一个片体。

(4) 加厚片体

① 在【主页】(Home) 选项卡中，单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标，弹出菜单，选择【偏置/缩放】(Offset/Scale) 库中的【加厚】(Thicken) 选项 ，

弹出【加厚】(Thicken) 对话框。

② 选择上述步骤中创建的片体（数量为 5），方向应为向下，若方向不对，单击【厚度】(Thickness) 组中【反向】(Reverse Direction) 图标 。

③ 将【厚度】(Thickness) 组中【偏置 1】(Offset 1) 的数值设置为 0mm，【偏置 2】(Offset 2) 的数值设置为 0.9mm。

④ 将【布尔】(Boolean) 组内的选项设置为【无】(None)；单击【确定】按钮，效果如图 1-98 所示。

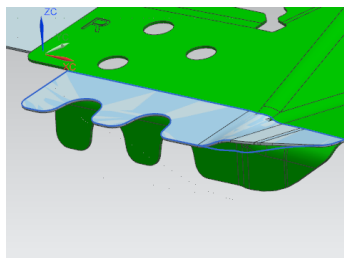





图 1-98 加厚效果图

(5) 修剪和部件求和

① 在【主页】(Home) 选项卡中，单击【特征】(Feature) 库中的【修剪体】(Trim Body) 图标 ，弹出【修剪体】(Trim Body) 对话框。

② 选择【目标】(Target) 组中【选择体】(Select Body) 选项，在图形窗口中选择如图 1-99 所示部件。

③ 选择【工具】(Tools) 组中【选择面或平面】(Select Face or Plane) 选项，将菜单栏中【体的面】选项  设置为【相切面】 ，在图形窗口中选择如图 1-99 所示面（整个底面），若此时软件报错，则将【设置】(Settings) 组中的【公差】选项数值设置为 0.01。

④ 单击【确定】按钮，效果如图 1-100 所示。

⑤ 在【主页】(Home) 选项卡中，单击【特征】(Feature) 库中【求和】(Unite) 图标，弹出【求和】对话框。

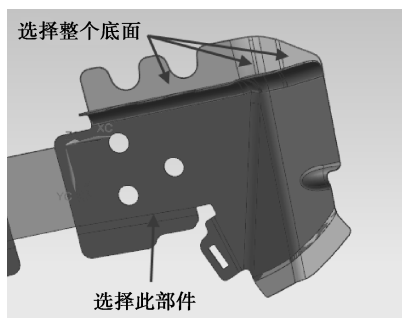


图 1-99 选择面与体示意图

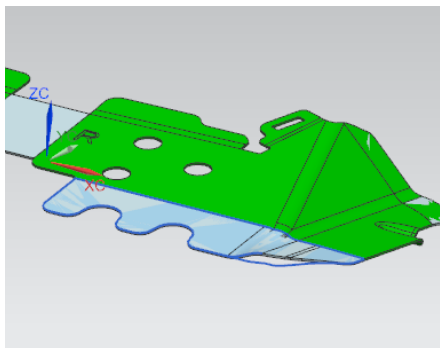


图 1-100 修剪体效果图

⑥ 选择【求和】对话框中【目标】(Target) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-101 所示目标体。

⑦ 选择【工具】(Tools) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-101 所示工具体, 单击【确定】按钮。

(6) 创建镜像部件

① 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标, 弹出菜单, 单击【关联复制】(Associative Copy) 组中的【抽取几何体】(Extract Geometry) 图标, 弹出【抽取几何体】(Extract Geometry) 对话框。

② 在【抽取几何体】(Extract Geometry) 对话框中, 将【设置】(Settings) 组中的【关联】选项的钩去除, 如图 1-102 (a) 所示。

③ 在图形窗口中选中部件中的 L 字样, 如图 1-102 (b) 所示。

④ 单击【确定】按钮, 在【部件导航器】(Assembly Navigator) 中将刚刚新建的【抽取面】选项的钩去除, 如图 1-102 (c) 所示。

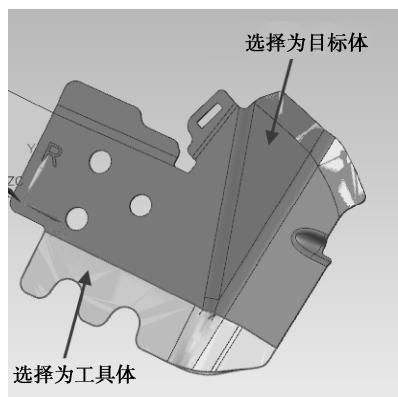
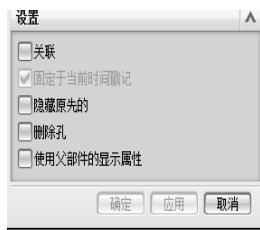
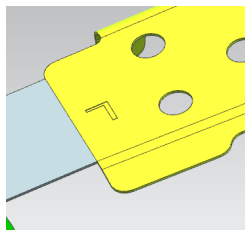


图 1-101 求和示意图



(a)



(b)



(c)

图 1-102 抽取几何体示意图

⑤ 将菜单栏中的过滤器设置为实体 实体 ▼ 整个装配 ▼, 在图形窗口中将带有 L 字样的部分删除。


⑥ 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标, 弹出菜单, 单击【关联复制】(Associative Copy) 组中的【镜像几何体】(Mirror Geometry)

图标, 弹出【镜像几何体】对话框。

⑦ 在【镜像几何体】对话框中, 选择【要镜像的几何体】(Geometry to Mirror) 组中的【选择对象】(Select Objects) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-103 (a) 所示部件。

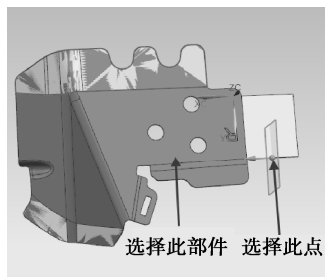
⑧ 选择【镜像平面】(Mirror Plane) 组中的【指定平面】(Specify Plane) 选项, 选择如图 1-103 (a) 所示点 (即中间部件边的中点)。

⑨ 单击【确定】按钮, 效果如图 1-103 (b) 所示。

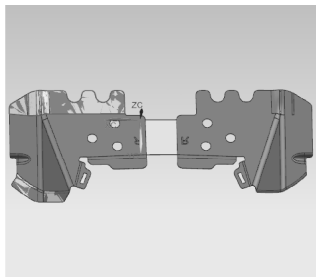
⑩ 在【主页】(Home) 选项卡中, 选择【同步建模】(Synchroonous Modeling) 库中【删除面】(Delete Face) 选项, 弹出【删除面】(Delete Face) 对话框。

⑪ 在【删除面】(Delete Face) 对话框中, 在图形窗口中拖动鼠标选中上一步骤创建的镜像几何体中的整个 R 字样 (共 22 个面)。

⑫ 单击【确定】按钮, 效果如图 1-104 所示。



(a)



(b)

图 1-103 镜像几何体示意图

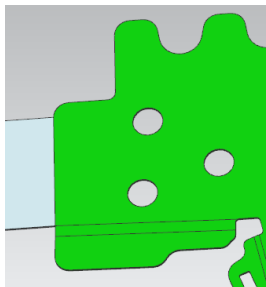



图 1-104 删除面示意图

⑬ 在【部件导航器】(Assembly Navigator) 中, 将刚才去掉勾选的【抽取面】选项重新勾选。

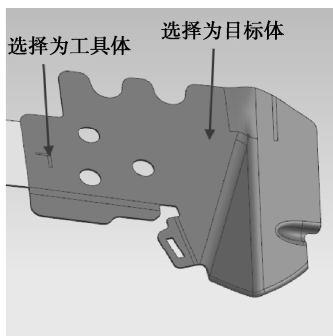
⑭ 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标, 弹出菜单, 选择【组合】(Combine) 组中的【补片】(Patch) 选项, 弹出【补片】对话框。

⑮ 在【补片】对话框中, 勾选【设置】(Settings) 组中【在实体目标中开孔】(Make Hole in Solid Target) 选项, 并把【公差】选项数值设置为 0.01, 如图 1-105 (a) 所示。

⑯ 选择【目标】(Target) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择上述步骤中创建的镜像几何体, 选择【工具】(Tools) 组中的【选择片体】(Select Sheet Body) 选项, 在图形窗口中选择上述步骤中创建的抽取体 (即 L 字样片体), 如图 1-105 (b) 所示。



(a)



(b)

图 1-105 补片示意图

⑰ 在【装配导航器】中, 右击【final-3】部件, 选择【显示父项】组中的主装配文件, 显示主装配文件。

⑱ 右击上述步骤中创建的镜像几何体, 在弹出的菜单中单击【编辑显示】(Edit Object Display), 弹出【编辑对象显示】对话框。


⑲ 将【菜单】栏中的【过滤器】设置为【实体】以及【整个装配】; 选择【基本符号】组中的【颜色】对应的颜色框, 弹出【颜色】对话框, 单击第一行左数第四个颜色 (ID6 Yellow), 单击【确定】按钮; 在【编辑对象显示】对话框中, 勾选【设置】(Settings) 组中的【应用于选定体的所有面】(Apply to All Faces of Selected Body) 选项以及【将更改应用于属主部件】(Apply Changes to Owned Part) 选项, 单击【确定】按钮, 如图 1-106 所示。



图 1-106 编辑显示

6. 创建倒数第四个步骤

(1) 在【级进模向导】选项卡中, 选择【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 图标, 弹出【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 对话框。

(2) 将【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 组中的【中间工步数量】(Number of Intermediate Stages) 选项的数值设置为 5, 其余为默认, 如图 1-107 (a) 所示, 单击【确定】按钮; 程序将会自动创建 Final-4 部件, 如图 1-107 (b) 所示。

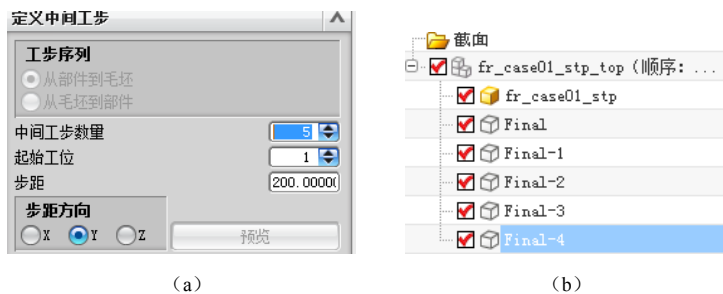

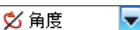


图 1-107 创建本工步


(3) 在【应用模块】(Application) 选项卡中, 单击【设计】(Design) 组中【装配】(Assemblies) 图标, 激活【装配】(Assemblies) 模块。

(4) 确保 Final-4 部件处于激活状态, 将【菜单】(Menu) 栏中的【过滤器】(Type Filter) 设置为【实体】(Solid Body) 以及【整个装配】(Entire Assembly) 。

(5) 选择 Final-4 上的全部实体, 在实体处右击, 弹出菜单, 选择【移动对象】(Move Object) 选项, 弹出【移动对象】(Move Objects) 对话框。

(6) 将【变换】(Transform) 组内【运动】(Motion) 选项设置为【角度】(Angle) 。

(7) 选择【指定矢量】(Specify Vector) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-108 (a) 所示矢量线, 选择【指定轴点】(Specify Axis Point) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-108 (a) 所示点 (即矢量线的轴点)。

(8) 将【角度】(Angle) 选项数值设置为 8.4076 度, 逆时针转动, 若转动方向相反则单击反向图标, 其余为默认, 如图 1-108 (b) 所示, 去掉【设置】(Settings) 组中【移动父项】(Move Parents) 的钩, 并勾选【关联】(Associative) 选项, 单击【确定】按钮。

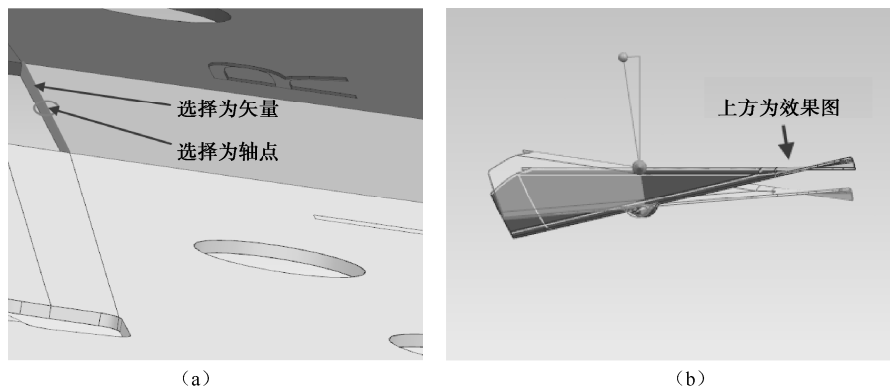



图 1-108 第一次旋转示意图

(9) 确保过滤器仍然设置为【实体】(Solid Body), 选择标记 R 字样的部分, 右击, 弹出菜单, 选择【移动对象】(Move Objects) 选项, 弹出【移动对象】(Move Objects) 对话框, 将【运动】(Motion) 选项设置为【角度】(Angle)。

(10) 选择【指定矢量】(Specify Vector) 选项, 将矢量设定为 X 轴 (图形窗口中会出现小坐标轴, 单击 X 轴即可), 选择【指定轴点】(Specify Axis Point) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-109 (a) 所示点。

(11) 将【角度】(Angle) 选项数值设置为 8.4076 度, 逆时针转动, 若转动方向相反则单击反向图标, 其余为默认, 如图 1-109 (b) 所示, 去掉【设置】(Settings) 组中【移动父项】(Move Parents) 的钩, 并勾选【关联】(Associative) 选项, 单击【确定】按钮。

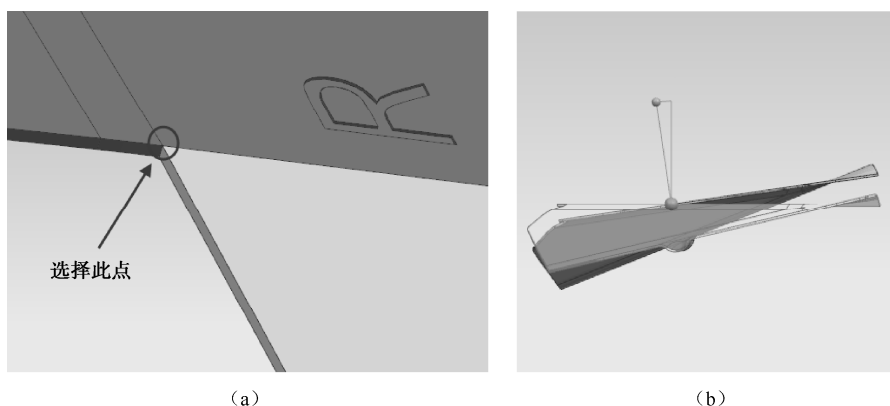



图 1-109 第二次旋转示意图

(12) 确保过滤器仍然设置为【实体】(Solid Body), 选择左右零件的连接部分, 右击, 弹出菜单, 选择【移动对象】(Move Objects) 选项, 弹出【移动对象】(Move Objects) 对话框, 将【运动】(Motion) 选项设置为【角度】(Angle)。

(13) 选择【指定矢量】(Specify Vector) 选项, 将矢量设定为 X 轴 (图形窗口中会出现

小坐标轴, 选择 X 轴即可), 选择【指定轴点】(Specify Axis Point) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-109 (a) 的轴点 (即中点)。

(14) 将【角度】(Angle) 选项数值设置为 8.4076 度, 逆时针转动, 若转动方向相反则选择反向图标, 其余为默认, 去掉【设置】(Settings) 组中【移动父项】(Move Parents) 的钩, 并勾选【关联】(Associative) 选项, 单击【确定】按钮, 效果如图 1-110 所示。

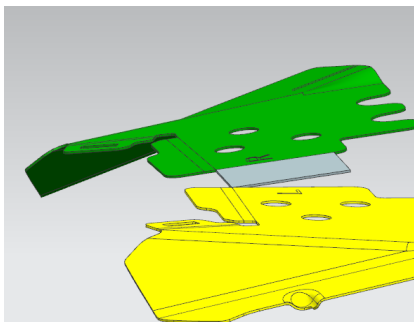



图 1-110 第三次旋转效果图

(15) 确保过滤器仍然设置为【实体】(Solid Body), 选择左右零件的连接部分, 右击, 弹出菜单, 选择【移动对象】(Move Object) 选项, 弹出【移动对象】(Move Object) 对话框, 将【运动】(Motion) 选项设置为【角度】(Angle)。

(16) 选择【指定矢量】(Specify Vector) 选项, 将矢量设定为 X 轴 (图形窗口中会出现小坐标轴, 选择 X 轴即可), 选择【指定轴点】(Specify Axis Point) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-111 (a) 所示点。

(17) 将【角度】选项数值设置为 8.4076 度, 逆时针转动, 若转动方向相反则选择反向图标, 其余为默认, 去掉【设置】(Settings) 组中【移动父项】(Move Parents) 的钩, 并勾选【关联】(Associative) 选项, 单击【确定】按钮, 整体效果如图 1-111 (b) 所示。

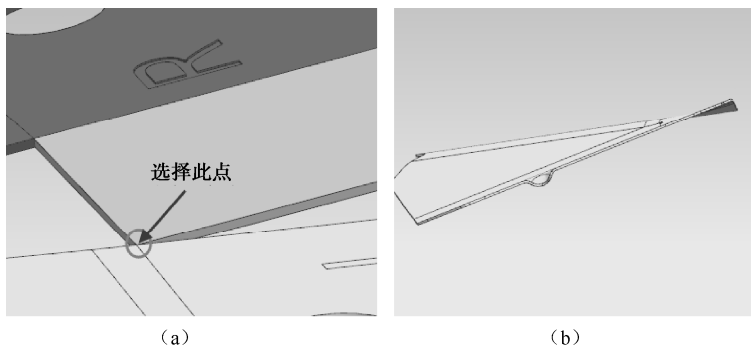


图 1-111 第四次旋转示意图

7. 创建倒数第五个工步

(1) 建立本工步

① 在【级进模向导】选项卡中, 选择【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 图标, 弹出【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 对话框。

② 将【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 组中的【中间工步数量】(Number of Intermediate Stages) 选项的数值设置为 6, 去掉【设置】(Settings) 组中【链接中间工步的片体】(Link Sheet Body for Intermediate Stages) 选项的钩, 其余为默认, 如图 1-112 (a) 所示, 单击【确定】按钮; 程序将会自动创建 Final-5 部件, 如图 1-112 (b) 所示。

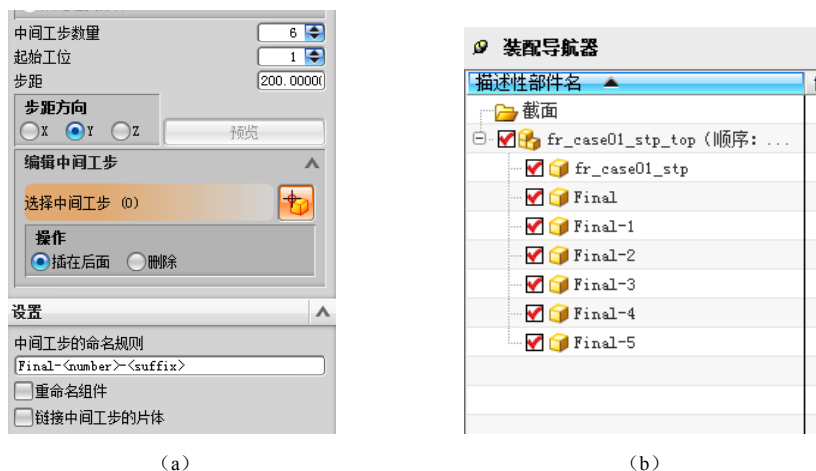



图 1-112 建立本工步示意图

(2) 分析可成形性——一步式处理

① 在图形界面双击 Final-5 部件，使其处于激活状态；在【级进模向导】选项卡中，选择【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-step) 图标，弹出【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-step) 对话框。

② 将【类型】(Type) 设置为【中间展开】；将菜单栏中的【相切面】选项设置为【单个面】，选择【展开区域】(Unform Region) 选项中的【选择面】(Select Faces) 选项，在图形窗口中选择如图 1-113 所示圆圈内所有的曲面（共 5 个面）。

③ 选择【目标区域】组中【选择面】(Select Faces) 选项，在图形窗口中选择如图 1-114 所示的面（1 个面）；单击【边界条件】(Boundary Conditions) 组中的【选择展开曲线】图标 ，使刚才选中的面保存到【边界条件】(Boundary Conditions) 选项中的列表。

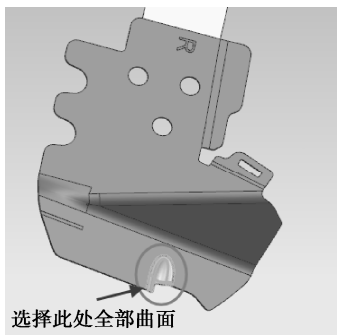


图 1-113 展开区域

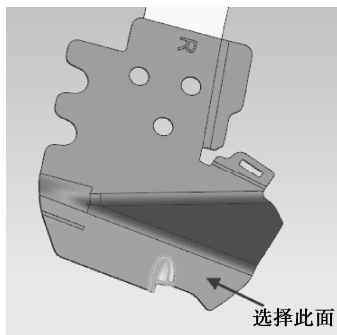






图 1-114 目标区域

④ 展开【计算】(Calculation) 组，将【全局单元大小】选项中的数值设置为 0.5，单击此选项下方左侧的【网格】(Mesh)  图标，处理完成后，单击右侧的【计算】(Calculation) 图标 ，软件自行生成如图 1-115 所示曲线，单击【确定】按钮。

(3) 创建片体

① 在【曲面】选项卡中，单击【曲面】库中【更多】(More) 图标，弹出菜单，单击【曲面】组中的【有界平面】(Bounded Plane) 图标 ，弹出【有界平面】对话框。

② 将过滤器设置为【曲线】，在图形窗口中选择步骤二中生成的曲线（共 10 条），单击【确定】按钮，效果如图 1-115 所示。

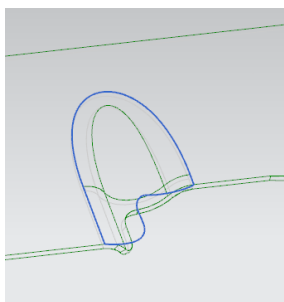


图 1-115 生成曲线效果图

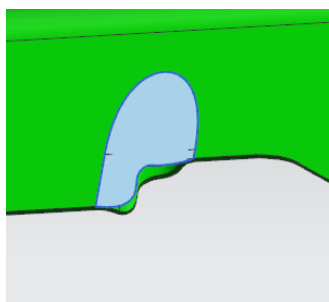




图 1-116 生成片体效果图


(4) 片体处理

① 在【主页】(Home) 选项卡中，单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标，弹出菜单，选择【偏置/缩放】(Offset/Scale) 库中的【加厚】(Thicken) 选项，弹出【加厚】(Thicken) 对话框。



② 选择如图 1-116 所示的片体，方向应为向下，如方向不对应，单击【厚度】(Thickness) 组中【反向】(Reverse Direction) 图标。

③ 将【厚度】(Thickness) 组中【偏置 1】(Offset 1) 的数值设置为 0mm，【偏置 2】(Offset 2) 的数值设置为 0.9mm，单击【确定】按钮。

(5) 修剪和部件求和

① 在【主页】(Home) 选项卡中，选择【特征】(Feature) 库中的【修剪体】(Trim Body) 图标，弹出【修剪体】(Trim Body) 对话框。

② 选择【目标】(Target) 组中【选择体】(Select Body) 选项，在图形窗口中选择如图 1-117 所示部件。

③ 选择【工具】(Tools) 组中【选择面或平面】(Select Face or Plane) 选项，将菜单栏中【体的面】选项设置为【相切面】，右击上一步骤生成的加厚实体，弹出菜单，选择【从列表选择】选项，弹出【快速拾取】对话框。

④ 在【快速拾取】对话框中选择加厚实体底面与部件相交的面，如图 1-117 所示。

⑤ 单击【确定】按钮，效果如图 1-118 所示。

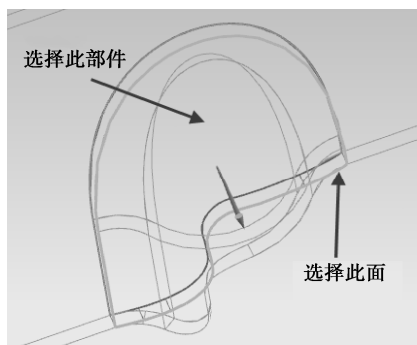


图 1-117 选取面示意图

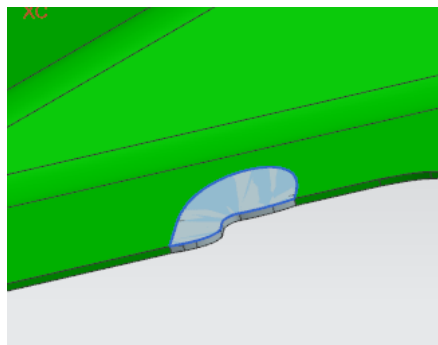



图 1-118 修剪体效果图

⑥ 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标, 单击【关联复制】(Associative Copy) 组中的【镜像几何体】(Mirror Geometry) 图标  镜像几何体, 弹出【镜像几何体】对话框。

⑦ 在【镜像几何体】对话框中, 选择【要镜像的几何体】(Geometry to Mirror) 组中的【选择对象】(Select Objects) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-119 所示几何体 (即步骤四中创建的加厚片体)。

⑧ 选择【镜像平面】(Mirror Plane) 组中的【指定平面】(Specify Plane) 选项, 选择如图 1-119 所示点 (即中间部件边的中点), 单击【确定】按钮。

⑨ 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中【求和】(Unite) 图标, 弹出【求和】对话框。

⑩ 选择【求和】对话框中【目标】(Target) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-120 所示目标体。

⑪ 选择【工具】(Tools) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-120 所示工具体, 单击【确定】按钮。

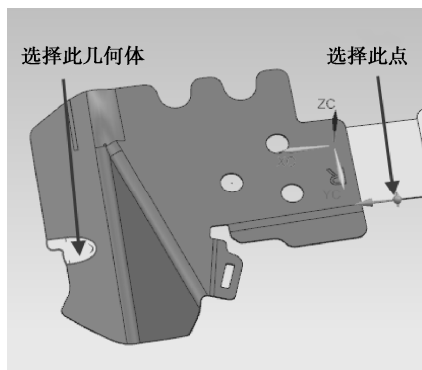


图 1-119 镜像几何体示意图

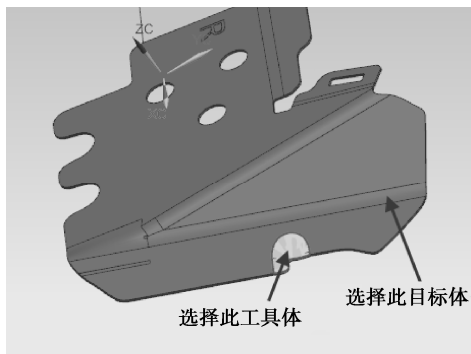


图 1-120 求和示意图

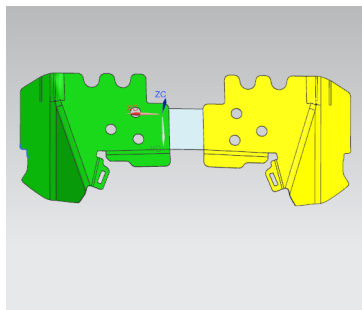


图 1-121 求和效果图

⑫ 重复本步骤⑩~⑪的操作, 对标有 L 字样的部件与镜像几何体进行求和操作。

(6) 细节处理

① 在【主页】(Home) 选项卡中, 选择【同步建模】(Synchronous Modeling) 库中【删除面】(Delete Face) 选项  删除面, 弹出【删除面】(Delete Face) 对话框。

② 在图形窗口中用鼠标拖动选择部件上的 L 字样, 单击【应用】按钮, 删除 L 字样, 重复本步骤, 删除 R 字样, 最终效果如图 1-121 所示。

8. 创建倒数第六个工步

(1) 建立本工步

① 在【级进模向导】选项卡中, 单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 图标, 弹出【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 对话框。

② 将【定义中间工步】(Define Intermediate Stage) 组中的【中间工步数量】(Number of Intermediate Stages) 选项的数值设置为 7, 去掉【设置组】中【链接中间工步的片体】选项的钩, 其余为默认, 如图 1-122 (a) 所示, 单击【确定】按钮, 程序将会自动创建 Final-6 部件, 如图 1-122 (b) 所示。




图 1-122 创建本工步

(2) 分析可成形性——一步式处理

① 在图形界面双击 Final-6 部件, 使其处于激活状态; 在【级进模向导】选项卡中, 单击【中间工步工具】(Intermediate Stage Tools) 库中的【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-step) 图标, 弹出【分析可成形性——一步式】(Analyze Formability-One-step) 对话框。

② 将【类型】(Type) 设置为【中间展开】; 将菜单栏中的【相切面】选项设置为【单个面】, 选择【展开区域】(Uniform Region) 选项中的【选择面】(Select Faces) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-123 (a) 所示框内所有的曲面 (注意不要漏选细小的面)。

③ 选择【目标区域】组中【选择面】(Select Faces) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-123 (b) 所示面; 单击【边界条件】(Boundary Conditions) 组中的【选择展开曲线】图标, 使刚才选中的面保存到【边界条件】(Boundary Conditions) 选项中的列表。

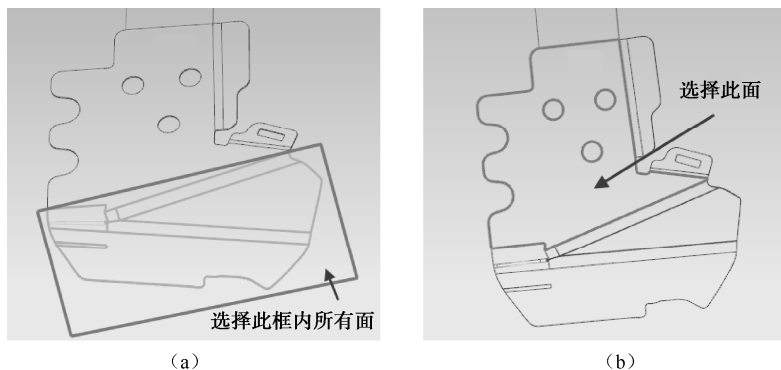






图 1-123 选择面示意图

④ 展开【计算】(Calculation) 组, 将【全局单元大小】选项中的数值设置为 1.5, 单击

此选项下方左侧的【网格】(Mesh)  图标, 处理完成后, 单击右侧的【计算】(Calculation) 图标 , 软件自行生成如图 1-124 所示曲线, 单击【确定】按钮。

(3) 创建片体

① 在【曲面】选项卡中, 单击【曲面】库中【更多】(More) 图标, 弹出菜单, 单击【曲面】组中的【有界平面】(Bounded Plane) 图标 , 弹出【有界平面】对话框。

② 将过滤器设置为【曲线】 , 在图形窗口中选择步骤二中生成的曲线, 单击【确定】按钮, 效果如图 1-125 所示。

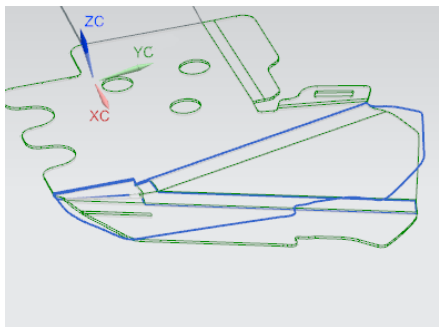


图 1-124 生成曲线效果图

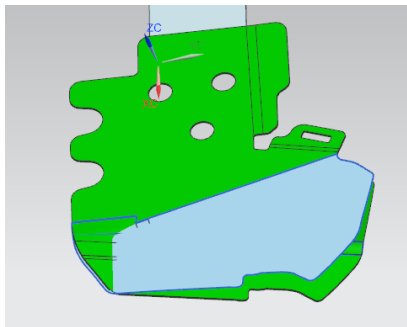




图 1-125 生成片体效果图


(4) 加厚片体

① 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标, 弹出菜单, 选择【偏置/缩放】(Offset/Scale) 库中的【加厚】(Thicken) 选项 , 弹出【加厚】(Thicken) 对话框。


② 选择步骤三中生成的片体, 方向应为向下, 若方向不对, 应单击【厚度】(Thickness) 组中【反向】(Reverse Direction) 图标 。

③ 将【厚度】(Thickness) 组中【偏置 1】(Offset 1) 的数值设置为 0mm, 【偏置 2】(Offset 2) 的数值设置为 0.9mm, 单击【确定】按钮。

(5) 修剪和部件求和

① 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【修剪体】(Trim Body) 图标 , 弹出【修剪体】(Trim Body) 对话框。

② 选择【目标】(Target) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-126 (a) 所示目标体。

③ 选择【工具】(Tools) 组中【选择面或平面】(Select Face or Plane) 选项, 将菜单栏中【面规则】(Face Rules) 设置为【相切面】(Tangent Faces) , 在图形窗口中选择如图 1-126 (a) 所示面, 单击【应用】按钮, 效果如图 1-126 (b) 所示。

④ 选择【目标】(Target) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 再次在图形窗口中选择如图 1-127 (a) 所示目标体。

⑤ 将【工具】(Tools) 组中的【工具选项】(Tool Option) 设置为【新建平面】(New Plane), 在图形窗口中选择如图 1-127 (a) 所示面, 单击【确定】按钮, 效果如图 1-127 (b) 所示。

⑥ 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 图标, 单击【关联复制】(Associative Copy) 组中的【镜像几何体】(Mirror Geometry) 图标

 镜像几何体，弹出【镜像几何体】对话框。

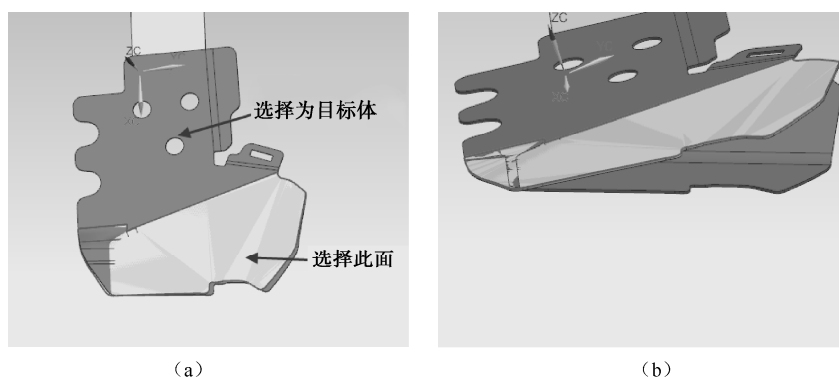


图 1-126 修剪体示意图 1

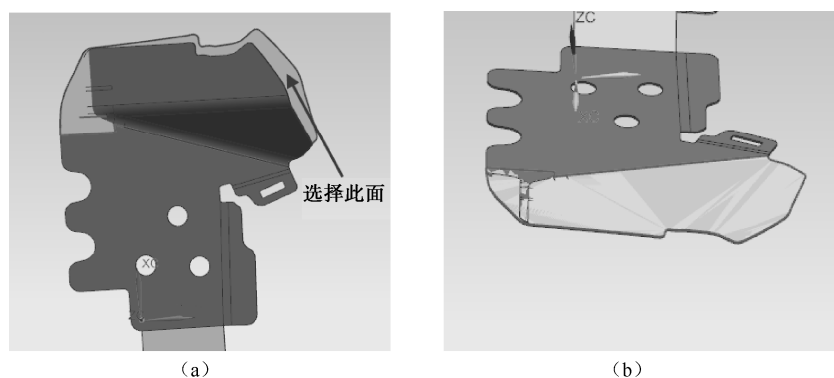


图 1-127 修剪体示意图 2

⑦ 将过滤器设置为【实体】，在【镜像几何体】对话框中，选择【要镜像的几何体】(Geometry to Mirror) 组中的【选择对象】(Select Objects) 选项，在图形窗口中选择如图 1-128 (a) 所示几何体。

⑧ 选择【镜像平面】(Mirror Plane) 组中的【指定平面】(Specify Plane) 选项，选择如图 1-128 (a) 所示点 (即中间部件边的中点)，单击【确定】按钮，效果如图 1-128 (b) 所示。

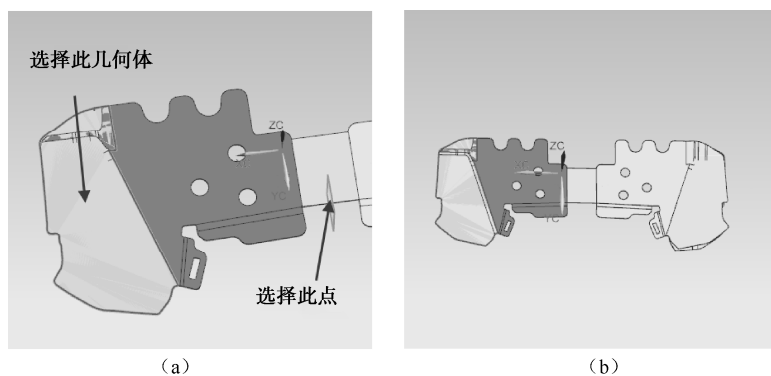


图 1-128 镜像示意图

⑨ 重复本步骤中①~⑤的操作，使用本步骤⑦~⑧中得到的镜像几何体对标有 L 字样

的部件进行修剪。

⑩ 在【主页】(Home) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中【求和】(Unite) 图标, 弹出【求和】(Unite) 对话框。

⑪ 选择【求和】(Unite) 对话框中【目标】(Target) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-129 所示目标体。

⑫ 选择【工具】(Tools) 组中【选择体】(Select Body) 选项, 在图形窗口中选择如图 1-129 所示工具体, 单击【确定】按钮。

⑬ 重复上述步骤, 将所有面都进行求和。

⑭ 本步骤最终效果图如图 1-130 所示。

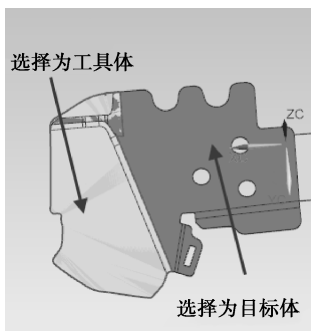


图 1-129 求和示意图

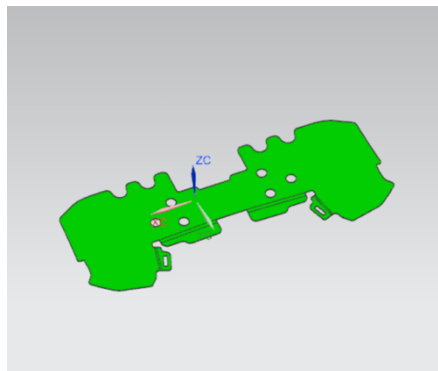


图 1-130 本步骤最终效果图

9. 最终处理

(1) 返回到总装配文件 (xxxx_top.prt)。

(2) 在【视图】(View) 选项卡中, 单击【可见性】(Visibility) 组中【移动到图层】(Move to Layer) 图标  移动至图层, 弹出【类选择】(Class Selection) 对话框。

(3) 将过滤器设置为【曲线】(Curve), 拖动鼠标选择所有工步, 此时创建工步时出现的曲线将会被选中, 单击【确定】按钮, 弹出【图层移动】(Layer Move) 对话框。

(4) 在【目标图层或类别】(Destination Layer or Category) 选择中填写数值 250, 单击【确定】按钮, 将所有曲线移动到 250 图层。

(5) 再次打开【移动到图层】(Move to Layer) 对话框, 将过滤器设置为【片体】(Sheet), 拖动鼠标选择所有工步, 此时创建工步时出现的片体将会被选中, 单击【确定】按钮, 弹出【图层移动】(Layer Move) 对话框。

(6) 在【目标图层或类别】(Destination Layer or Category) 选择中填写数值 250, 单击【确定】按钮, 将所有片体移动到 250 图层。

(7) 在【视图】(View) 选项卡中, 选择【可见性】(Visibility) 组中【图层设置】(Layer Settings) 选项, 弹出【图层设置】(Layer Settings) 对话框。

(8) 在【图层】(Layers) 组中, 去掉【250】图层旁边的钩, 如图 1-131 所示, 此时所有片体以及曲线将会被隐藏。

(9) 本例最终效果如图 1-132 所示。



图 1-131 图层设置示意图

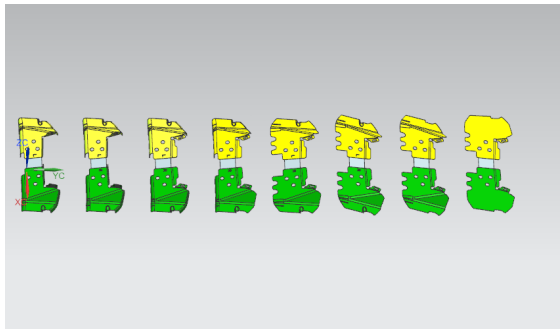


图 1-132 本例最终效果图

本章习题

1. 冲裁件的精度一般可以达到几级精度？
2. 如果冲裁件的切断面的表面粗糙度要求较高，普通冲裁难以满足要求，一般应如何处理？
3. 在模具寿命和生产率较高、成本较低的情况下想要得到质量较好的冲裁件，冲裁件的外形设计应该注意哪些问题？
4. 选用冲裁间隙的依据和原则是什么？
5. 弯曲件的变形程度用什么来表示？最小弯曲半径与哪些因素有关？
6. 弯曲凸模和弯曲凹模之间的间隙大小对制件的质量和弯曲力有什么影响？请具体说明。
7. 级进连续拉深件尺寸精度一般可以达到多少？并与普通单工序拉深进行对比。
8. 一个工艺性好的拉深件，对拉深件的圆角半径有什么要求？
9. 圆孔翻边时容易出现什么缺陷？翻边的变形程度用什么来表示？
10. 翻边的高度过高，应采用什么样的措施？
11. 起伏成形的变形程度一般用什么来表示？请具体说明。

第 2 章 多工位级进模条料的排样

多工位级进模排样设计是多工位自动级进模设计的关键。排样图的优化与否，不仅关系到材料的利用率、制件的精度、模具制造的难易程度和使用寿命等，而且直接关系到模具各工位加工的协调与稳定。

2.1 理论知识

2.1.1 排样的作用与重要性

冲压件在带料上的排样必须保证冲压件上需加工的部位，能以稳定的自动级进冲压形式在模具的相应部位上加工。在未到达最终冲压工位之前，不能产生任何偏差和障碍。冲压件的形状是千变万化的，要确定合理的排样图，必须从大量的参考资料中学习研究，并积累实践经验，才能顺利地完成任务。

确定排样图时，首先要根据冲压件图纸计算出展开尺寸，然后进行各种方式的排样。在确定排样方式时，还必须对制件的冲压方向、变形次数、变形工艺类型、相应的变形程度及模具结构的可能性、模具加工工艺性等进行综合分析判断。同时在全面考虑工件精度和能否顺利进行自动级进冲压生产后，从几种排样方式中选择一种最佳方案。完整的排样图应包括工位的布置、载体类型的选择和相应尺寸的确定。工位的布置应包括冲裁工位、弯曲工位、拉深工位、空工位等设计内容。

2.1.2 多工位级进模排样设计原则

在连续模设计中，要确定从毛坯板料到产品零件的转化过程，即要确定连续模各工位所要进行的加工工序内容，并在条料上进行各工序的布排，这一设计过程就是条料排样。条料排样的主要内容是在冲切刃口外形设计的基础上，将各工序内容进行优化组合形成一系列工序组，并对工序组排序，确定工位数和每一个工位的加工工序；确定载体形式与毛坯定位方式；设计导正孔直径与导正销数量；绘制工序排样图。图 2-1 为排样过程示意图。

排样设计错误，会导致制造出来的模具无法冲制零件。图 2-2 是对同一零件的几种不同的工序排样，从中可看出不同的排样会带来不同的效果。因此，在设计条料排样图时，必须认真分析，综合考虑，进行合理组合和排序，拟出多种方案，加以比较、归纳，以确定最佳方案。只要排样图设计合理，工序安排考虑周到，就能设计出比较成功的多工位连续模。

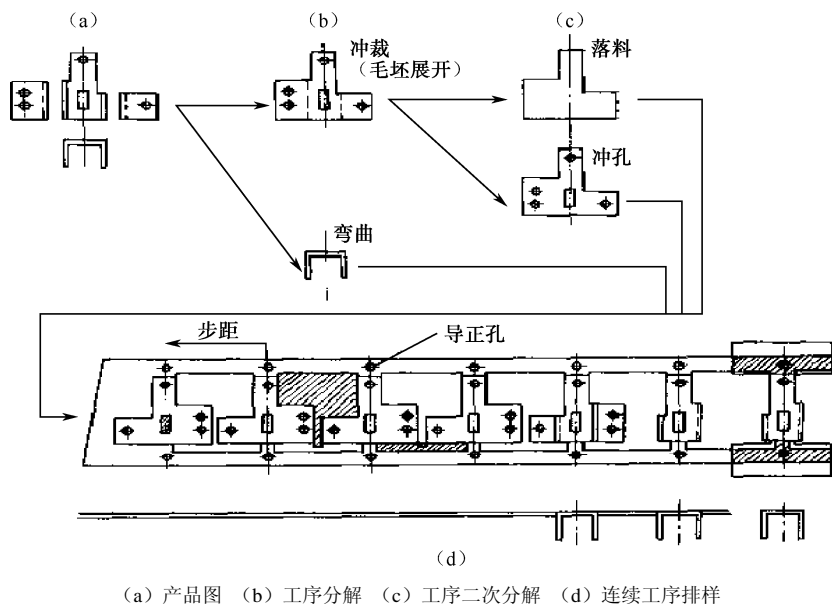


图 2-1 工序排样过程

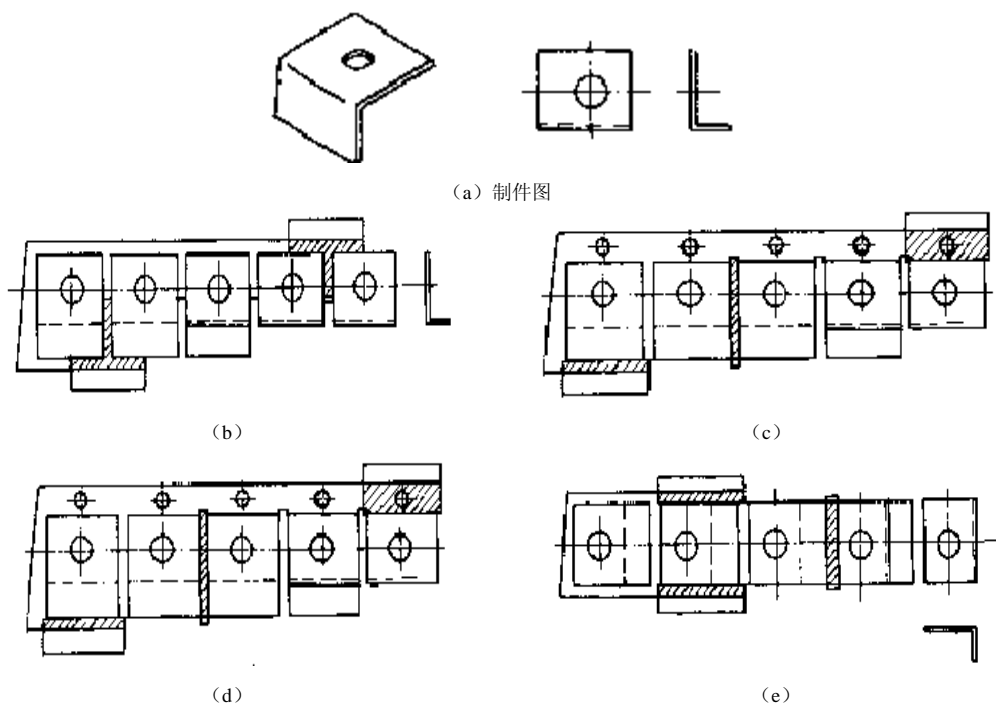


图 2-2 制件条料排样示例

图 2-2 中, 图 (b) 所示排样节约材料, 加工过程中条料逐步变弱, 在产品上产生搭接头, 使用直接导正。图 (c) 所示排样避免搭接头、材料利用率低, 载体易侧弯、采用间接导正产品孔不变形。图 (d) 所示排样材料利用率低、条料导向稳、适用于小产品的排样。图 (e) 所示排样模具结构简单、能加工的产品有限制。在排样设计分析时要考虑以下因素:

(1) 要保证产品零件的精度和使用要求及后续工序的冲压需要。

(2) 工序应尽量分散, 以提高模具寿命, 简化模具结构。

(3) 要考虑生产能力和生产批量的匹配, 当生产能力较生产批量低时, 则力求采用双排或多排, 使之在模具上提高效率, 同时要尽量使模具制造简单, 模具寿命长。

(4) 高速冲压的连续模用自动送料机构送料时, 用导正销精确定距, 手工送料时则多用侧刃粗定位, 用导正销精确定距。为保证条料送进的步距精度, 第一工位安排冲导正孔, 第二工位设导正销, 在其后的各工位上优先在易窜动的工位设置导正销。

(5) 尽量提高材料利用率, 使废料达到最小限度。对同一零件利用多行排列或双行穿插排列, 可以提高材料利用率。另外在条件允许的情况下, 把不同形状的零件合到一副模具进行冲裁, 更有利于提高材料的利用率。

(6) 注意冲压件的毛刺方向。当制件提出毛刺方向要求时, 应保证冲出的制件毛刺方向一致; 对于带有弯曲加工的冲压零件, 应使毛刺面留在弯曲件内侧; 在分段切除余料时, 不允许一个冲压制件的周边毛刺方向不一致。

(7) 要注意冲压力的平衡。合理安排各工序以保证整个冲压加工的压力中心与模具中心一致, 其最大偏移量不能超过 $L/6$ 或 $B/6$ (其中 L 、 B 分别为模具的长度和宽度), 对冲压过程出现的侧向力, 要采取措施加以平衡。

(8) 适当设置空位工位, 以保证模具具有足够的强度, 并避免凸模安装时相互干涉, 同时也便于试模调整工序时用, 如图 2-3 所示。

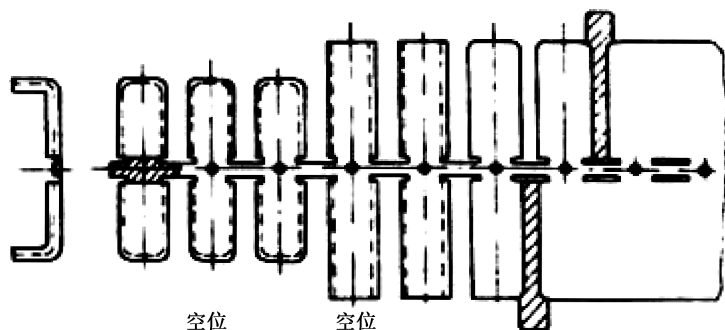


图 2-3 空位示意图

(9) 级进模最适宜以成卷的带料供料, 以保证能进行连续、自动、高速冲压, 被加工材料的力学性能要充分满足冲压工艺的要求。

(10) 工件和废料应保证能顺利排出, 若废料连续排出, 要增加切断工序。

在条料排样设计中, 首先是要考虑被加工的零件在全部冲压过程中共分为几个加工工序, 各工序的加工内容及工序的优化组合, 并对工序组排序。在确定工序数目和顺序时, 要针对各冲压工序的特点考虑各有关因素的影响。

1. 冲裁工序排样

各工序的先后应根据工序的复杂程度而定, 一般以有利于下道工序的进行为准, 以保证制件的精度要求和零件几何形状的正确。

(1) 冲孔落料件, 应先冲孔, 再逐步完成外形的冲裁。尺寸和形状要求高的轮廓应布置在较后的工位上冲切。

(2) 有严格要求的局部内、外形及位置精度要求高的部位, 应尽量集中在同一工位上冲

出, 以避免步距误差影响精度。如果在一个工位完成这一部分冲制确实有困难, 需分解成两个工位, 最好放在两个相邻工位连续冲制。如在一个零件上有一组孔, 其孔距位置尺寸要求严格, 这一组孔应该力求设计在一个工位完成, 使误差只受模具制造的误差影响, 而不受步距误差的影响。

(3) 对于一些在普通低速冲床上冲压的多工位连续模, 为了使模具简单、实用、缩小模具体积, 或由于条件所限, 甚至只能采用侧刃作定距。为了减少步距的累积误差, 凡是能合并的工位, 只要模具能保证零件的精度, 模具本身有足够的强度, 就不要轻易分解、增加工位。尤其对于那些形状不易分解的零件, 更不要轻率地增加工位, 避免不必要的分割。如图 2-4 所示。

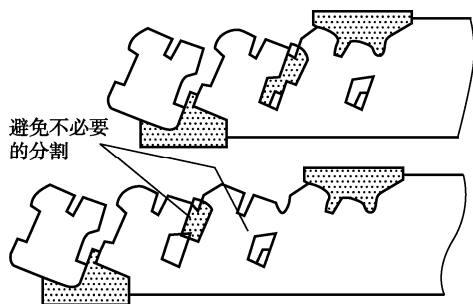


图 2-4 形状不易分解的零件排样图

(4) 分段型切除余料排样中的条料, 因冲切加工其强度逐渐变弱, 在安排各工位的加工内容时要考虑条料宽度方向的导向。

(5) 凹模丘冲切轮廓之间的距离不应小于凹模的最小允许壁厚, 一般取为 $2.5t$ (t 为工件材料厚度), 但最小要大于 $2t$ 。

2. 弯曲工序排样

(1) 对于冲裁弯曲类零件, 先冲孔再切除弯曲部位周边的废料后进行弯曲, 然后再切除其余废料。

(2) 近弯边的孔有精度要求时, 应弯曲后再冲, 以防止孔变形。

(3) 为避免弯曲时载体变形和侧向滑动, 对小件的零件可两件组合成对称件弯曲, 然后再剖分开。

(4) 凡属于复杂的弯曲零件, 为了便于模具制造并保证弯曲角度合格, 应分解为简单弯曲工序的组合, 经逐次弯曲而成, 切不可强行一次弯曲成形。要力求用简单的模具结构来满足弯曲的形状 (如图 2-5 所示)。对精度要求较高的弯件, 应以整形工序保证零件质量。

(5) 平板毛坯弯曲后变为空心立体形状, 坯平面应离开凹模面一定高度, 以使工序件在进一步向前送进时不被凹模挡住, 这一高度称为送进线高度。送进线高度应尽量小。

(6) 当一个零件的两个弯曲部分都有尺寸度要求时, 则弯曲部分应当在同一工位一次成形。这样不仅保证了尺寸精度, 而且能够准确保持成批零件加工后的一致性。

(7) 应保证零件弯曲线与材料碾压纹向垂直, 当零件在互相垂直的方向或几个方向都要进行弯曲时, 弯曲线必须与条料纹向成 $30^\circ \sim 60^\circ$ 的角度。

(8) 尽可能以冲床行程方向作为弯曲方向, 若要不同于行程方向的弯曲加工, 可采用斜楔滑块机构, 对闭口型弯曲件, 也可采用斜口凸模弯曲。

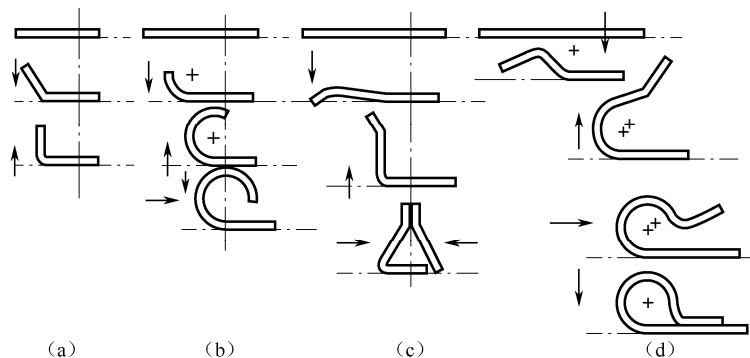


图 2-5 复杂弯曲件工序分解

3. 拉深工序排样

(1) 对于有拉深又有弯曲和其他工序的制件，应当先进行拉深，再安排其他工序。这是由于拉深过程中必然产生材料的流动，若先安排其他工序，拉深时将使已定型的部位产生变形。

(2) 凡属于多次拉深的多工位连续模，由于连续冲压的原因，其拉深工序的安排和拉深系数的选取应以安全稳定为原则。具体地说，如果经过计算，拉深次数在三次拉深与四次拉深之间，应用四次拉深，以保证连续冲压的合格率。必要时还应当有整形工序，以保证冲压件的质量。

(3) 为了便于连续拉深模在试模过程中调整拉深次数和各次拉深系数的分配，应适当安排几个空位工位，作为预备工位。

(4) 拉深件底部带有较大孔时，可在拉深前先冲较小的预备孔，改善材料的拉深性，拉深后再将孔冲至要求的尺寸。

(5) 拉深过程中筒形件高度在逐步增加，使各工序件高度不一致，引起了载体变形，影响拉深件质量。对此，可在每次拉深后设置空位工位，减少带料的倾斜角度，改善拉深件质量。

2.1.3 载体的分类与特点

多工位级进模排样中的搭边作用特殊，通常称为载体。载体是运送坯件的物体，载体与坯件或坯件与坯件的连接部分称为搭口。载体的主要作用是将坯件传递到各工位进行各种冲裁和成形加工。因此，要求载体能够在带料的动态送进中，使坯件保持送进稳定、定位准确，这样才能顺利地加工出合格制件。根据载体形式的不同将级进模排样分为无载体排样、边料载体排样、单载体排样、双边载体排样和中心载体排样 5 种类型。

1. 无载体排样

无载体排样属于无废排样，零件外形往往具有对称性和互补性，通常采用切断的方法将制件从条料上分离，如图 2-6 所示。这种载体送料刚性较好，省料、简单。此种载体可多件排列，提高了材料的利用率。

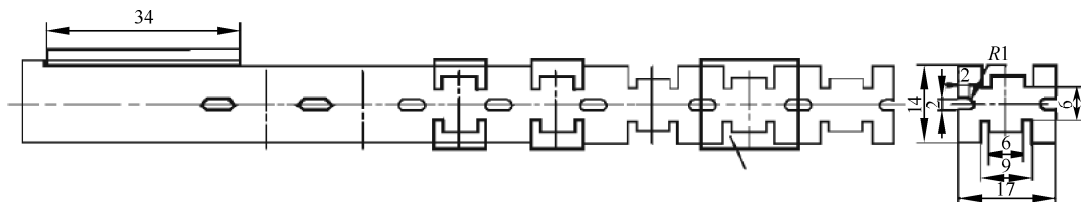


图 2-6 无载体的排样

2. 边料载体排样

边料载体排样是利用条料搭边废料作为载体的一种形式。这种载体传送条料刚性好、省料、简单，产品易收集，为了提高材料利用率，连接带可取小一些。如图 2-7 所示的排样就是采用边料载体，采用先冲孔、后落料的方式生产，采用搭边废料作连接带。先冲一个导正孔作定位孔，如果产品上有现成的回孔且回孔精度要求不高时，可采用该回孔作为导正孔。因多工位精密级进模的长寿命要求，凹模一般设计成镶嵌的结构形式（图 2-7 中虚线代表凹模镶块），此时务必注意两镶块之间的模板厚度有较好的强度，否则可以直接将两镶块相接触，如图 2-8 所示。

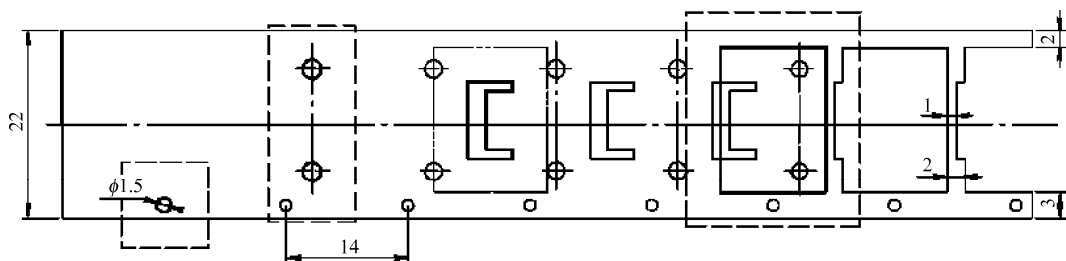


图 2-7 边料载体

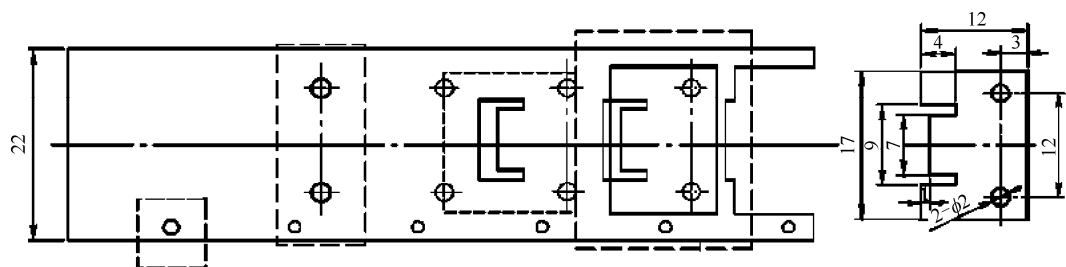


图 2-8 边料载体凹模镶块接触

边料载体虽然增大了条料两侧搭边的宽度，材料的利用率有所降低，但是提供了冲导正工艺孔需要的载体，特别是所冲带料较薄时，可保证送料的刚度和精度。这种载体主要用于薄料（ t 小于 0.2mm ）制件精度要求较高的场合。

3. 单边载体排样

单边载体排样是在产品条料的一侧留出一定宽度的材料，并在适当位置与产品相连接，实现对产品条料的送进，一般适合切边型排样。

这种载体主要用于弯曲件，其方法是在不参与成形的合适位置留出载体的搭口，采用切废料工艺将制件留在载体上，最后切断搭口得到制件。

如图 2-9 所示为音频接口产品的排样图，共有 12 个工位，分别为（1）压印，（2）冲孔，（3）落料，（4）折弯 90° ，（5）落料，（6）卷圆 I，（7）卷圆 II，（8）卷圆 III，（9）卷圆 IV，（10）卷圆 V，（11）整形，（12）分离。

如图 2-10 所示的是产品生产批量较大或为提高材料利用率，而采用的双向交叉排样。实际上是一模出两根料带，并在两个产品（可以是同一产品，也可以是不同产品）相邻的地方找出合适的部位用一连接带连起来，俗称“手拉手”，这样大大增加整个条料的强度。在所有冲裁和成形的工序完成后再把“牵手部位”冲掉即可，这一步称为“分手”。但是，实践证明

一根条料分出的料带越多、工位越多，生产过程越不稳定，冲压得到的产品精度也越低。该排样共有 18 个有效工位（其余为空位），其中（1）为预压工位；（2）、（3）、（4）、（5）、（8）、（16）工位为冲裁；（6）、（7）、（9）、（10）、（11）、（12）、（13）、（14）、（15）、（17）工位为弯曲；（18）为调整工位。

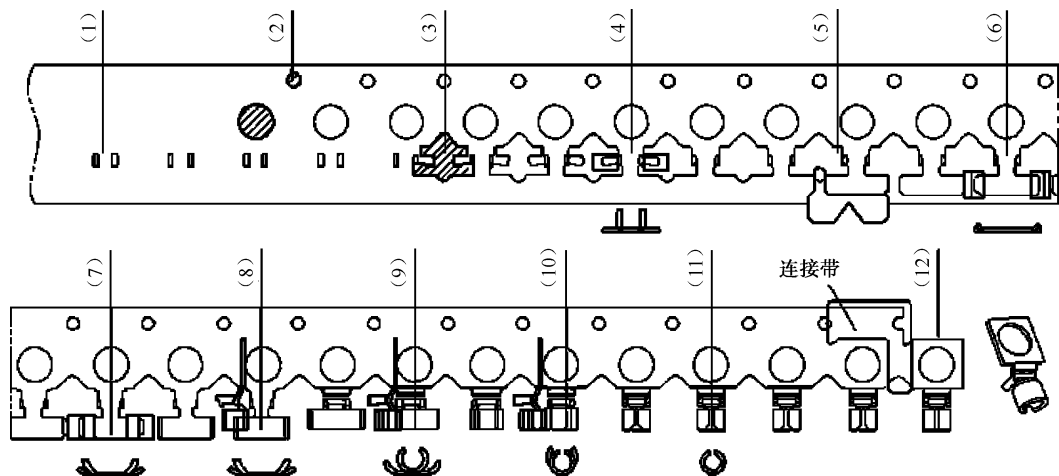


图 2-9 单边载体

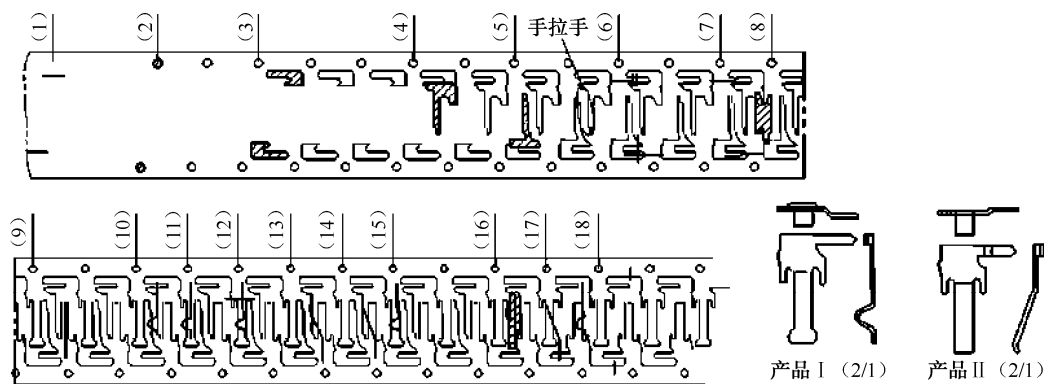


图 2-10 手拉手式单边载体排样

4. 双边载体排样

双边载体排样是在产品条料的两侧分别留出一定宽度的材料，并在适当位置与产品两边相连接，实现对产品条料的送进，它比单边载体排样送进更顺利，料带定位精度更高，适合产品两端都有接口可连，特别适合送进强度较弱的薄板料。但是，相对材料利用率较低，且通常需要采用双边导正。

图 2-11 所示为双边载体排样，共有 16 个工位，其中（1）～（4）工位为冲裁；（5）～（14）工位为弯曲；（15）工位将制件从条料上分离；（16）工位为将废料切断，这一步根据实际情况而定，如果有自动收料装置时，可不设计。

5. 中间载体排样

中间载体排样与单载体排样相似，是在产品条料中间留出一定宽度的材料，并与产品前后两边相连，材料利用率较高。但是，中间载体排样料宽方向导向困难，常出现卡料，中心

载体容易出现横向弯曲, 俗称扇面缺陷, 如图 2-12 中在 (4) 和 (5) 工位之间需要安排扇面调整工位。

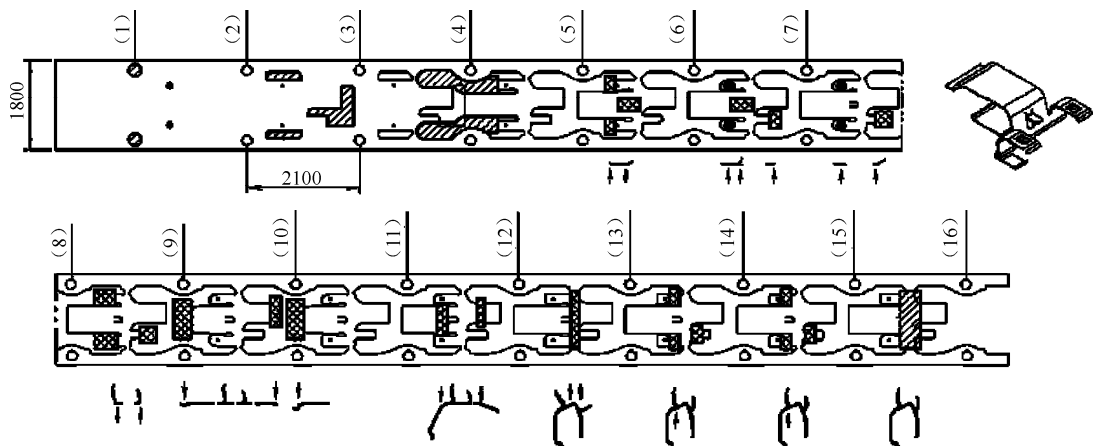


图 2-11 双边载体排样

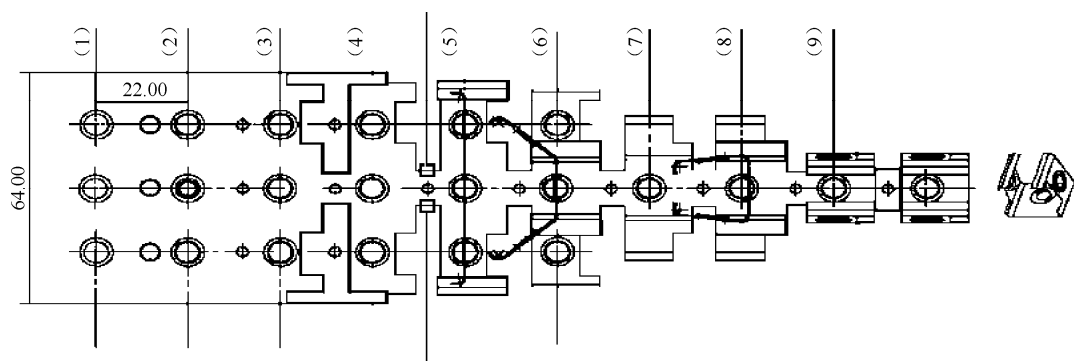


图 2-12 中间载体排样

除了如图 2-12 所示的对称结构弯曲件可以采用中间载体外, 图 2-13 的非对称弯曲件也可以采用中间载体形式, 成为一出二结构, 工作效率和材料利用率都明显提高, 不足的是导正时容易“拉料”, 应在适当位置安排定位顶料针。

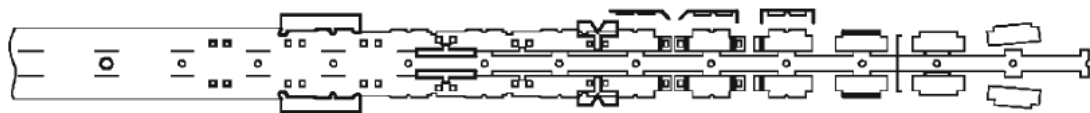


图 2-13 一出二中间载体排样

2.1.4 步距与定距定位方式

级进冲模的各工位间距是条料(或带料)在模具中每送进一次所需向前移动的固定距离, 因而工位间距的精度直接影响冲件的尺寸和精度。设计级进冲模时要合理选择条料的定距方式, 准确确定工位间距的基本尺寸和步距精度。

1. 工位间距基本尺寸的确定

工位间距的基本尺寸即是模具中两相邻工位的距离尺寸, 同一级进冲模中任何相邻的两

工位间的距离都必须一致。从图 2-14 所示的简明示意图中可以看出：工位间距的基本尺寸是由冲件的最大轮廓尺寸和两相邻冲件间的搭边宽度决定的。

对于单排排列的排样工位间距，其工位间距的基本尺寸为： $S=A+M$ 。有时冲件图形展开后，由于在沿送料方向每两个冲件间外轮廓是相互交错排列的，导致间距也是交错的，如图 2-15 所示。其在模具中的送进并不是以最大轮廓尺寸 A 送进条料的，而只要按某一局部外形尺寸 B 向前送进即可，其工位间距的基本尺寸为： $S=B+M$ 。

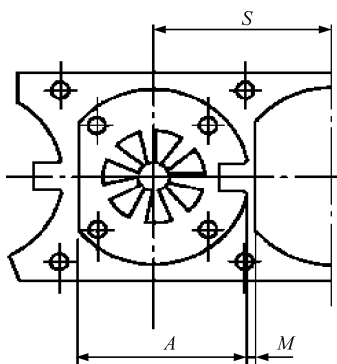


图 2-14 单排排列的工位间距

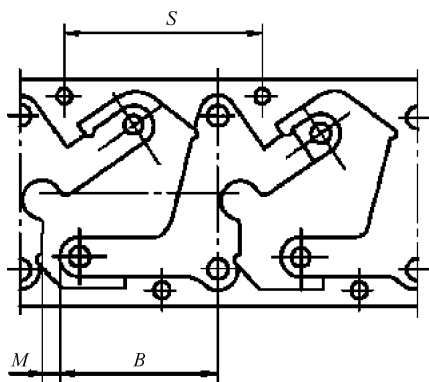


图 2-15 交错排列的工位间距

在有的排样图中，需采用旋转一定角度的斜排方式。如图 2-16 所示的冲件外形展开后采用的斜排排列示意图，其工位间距的基本尺寸为

$$S = (B + M) / \sin \alpha \quad (2-1)$$

式中： B ——冲件沿送料方向有一定倾斜夹角方位的某一局部外形轮廓尺寸，mm；

M ——两相邻冲件间的搭边；

α ——冲件基准线与送料方向倾斜夹角（一般取 30° 、 45° 、 60° ），有时也直接按冲件基准轴线的偏斜角度值。

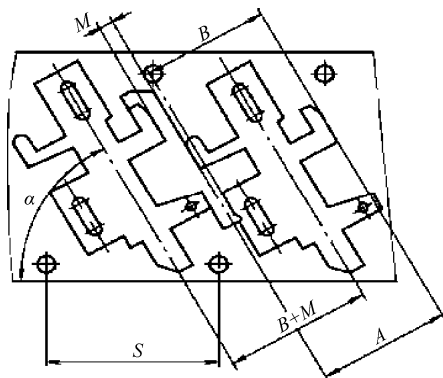


图 2-16 斜排排列的工位间距

对采用双排或多排排列的排样有两种状况：

(1) 沿送料方向在同一轴线上进行双排或多排排列的排样，其工位间距的基本尺寸为： $S=A+B+2M$ 。

(2) 与送料方向平行的双排或多排排列的排样，其工位间距的基本尺寸可参照对应单排

排列的排样方式来确定。

级进冲模在沿送料方向的冲裁、切割的搭边宽度,有时可参照冷冲模标准的搭边宽度选取。在实际生产中,级进冲模条料在连续不断的送进过程中,冲件间的搭接是按废料切除的。要弯曲或成形的部位,其局部外形要先被切割出来。最后冲件间的搭接与载体的连接部分都要被切除。所以在确定和选取最小切除废料的搭边宽度时,绝不能简单地按一般冲裁搭边宽度尺寸选取,也不能任意加大搭边宽度而增大模具的无效工作面积,降低材料的利用率。主要应充分考虑冲切、冲裁凸模的刚度(一般应进行校核)和凹模的强度,为模具弯曲、成形或侧向冲压等辅助机构的设置留有足够的空间,并保证各工位间距间材料的连接强度以适应高速、自动、连续的冲压生产。工位间距一般取正整数 X 或 $X\pm 0.5\text{mm}$,这主要考虑要使模具的设计计算及制造、检测比较方便,有利于减少累积误差。

2. 工位间距的定距方式

级进冲模条料(或带料)在模具中送进的定距方式主要有侧刃定距、冲压设备附设的自动送料机构定距、模具内设置的导正钉定距等。这三种定距方式各有其特点和适用的冲压模具,在级进冲模中都是将其配合使用的,只有配合使用才能取得最佳的定距效果。

侧刃定距

侧刃定距是在一般连续模,特别是在纯冲裁的级进冲模中最为常见的一种定距形式。侧刃定距就是在条料的一侧或两侧冲切出定距缺口,定距缺口的长度即是工位间距(步距)长度。因此,级进冲模选用侧刃定距时必须设置侧刃凸模,而在凹模相应的位置设置冲切侧刃缺口的型孔。侧刃定距一般适合于冲件尺寸公差等级为IT11~IT14级、料厚为0.10~1.5mm情况。侧刃定距有时也能满足IT10级公差等级冲件的定距精度要求。由于侧刃定距易造成累积误差,故设置的总工位数不宜过多。

在单独以侧刃为定距的级进冲模中,由于侧刃凸模存在制造误差,同时,当侧刃磨损后(转角部磨损最快),转角部位间隙增大,从而使条料在转角部出现较大的毛刺,使条料不能正确送进到位而影响侧刃定距的精度,所以一般只适合于6个工位以内的级进冲模。

实际生产中通常以侧刃为粗定位,以导正钉为精定位,两种定距方式配合使用,能获得较好的定距效果:在与导正钉定距形式配合使用时,侧刃定距应略大于实际工位间距尺寸0.02~0.06mm。

侧刃定距既适用于手工送料,也适用于半自动或自动送料。而且侧刃定距结构比较简单,制造方便,实际应用也较多。侧刃的结构形式不同(如图2-17所示),使用效果也不同。

侧刃可分为无导向和带导向两大类。无导向部分的侧刃如图2-17(a)、(c)所示,其特点是制造和刃磨方便。但当条料较厚时,因冲切而单边受力、侧向压力较大,侧刃不能保持正确的工作位置,甚至出现非工作一侧崩刃、啃伤凹模刃口的现象,因此只适合 $t<1.2\text{mm}$ 材料的冲切。带导向部分的侧刃,如图2-17(d)~(f)所示,工作时导向部分首先插入凹模侧刃型孔,改善了受力状态,能保持侧刃正确的工作位置,定距效果较好,但制造和刃磨相比前一种困难。

侧刃的结构根据其断面形状又可分为矩形侧刃和成形侧刃两种。

矩形侧刃如图2-17(a)、(d)所示,其结构简单,制造方便,但侧刃转角部位磨损后易形成一定的微小圆角,使冲切出的条料凸肩处出现相应的圆角而影响条料送进的精度,所以这两种侧刃形式在级进冲模中极少采用。

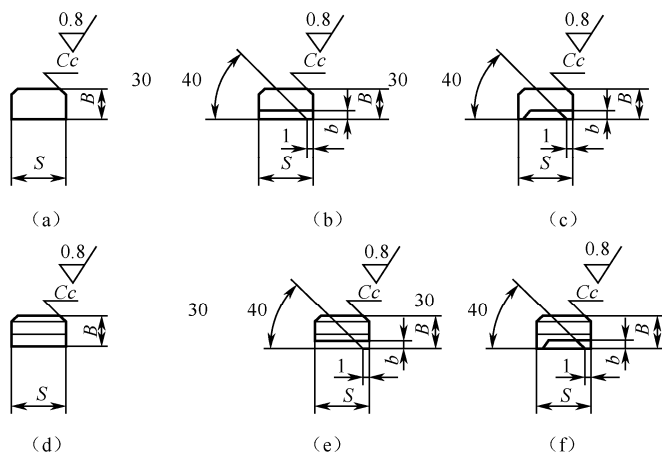
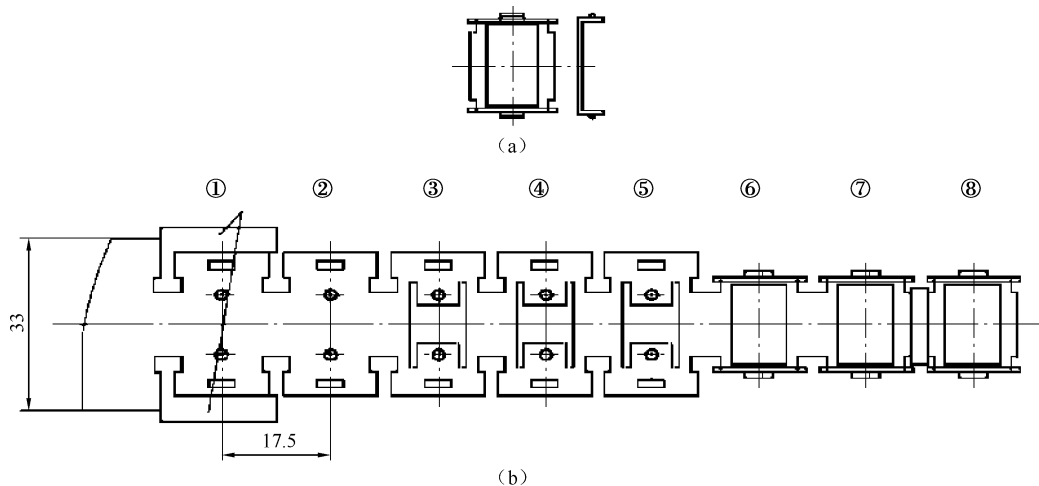


图 2-17 侧刃的结构

成形侧刃的结构形式也有两类。一类如图 2-17 (b)、(c)、(e)、(f) 所示。尽管在条料上仍然有圆角和毛刺产生,但由于有 0.5mm 或以上尺寸工艺凹口的避让,圆角、毛刺离开了定位面,所以定位精度较矩形侧刃高,虽结构形状较前述复杂,但在级进冲模中使用较多。图 2-17 (c)、(f) 适用于工位间距较大的级进冲模 ($S > 12\text{mm}$),图 2-17 (b)、(e) 适用于工位间距较小的级进冲模。在高速或自动冲压时因振动较大,由于侧刃冲切又是单冲裁,侧刃宽度又远小于侧刃型孔的长度,所以在高速或自动冲压引起的强振动下,冲切后的废料容易反跳出凹模的侧刃型孔而损坏模具。

另一类是把冲切零件局部外形的凸模设计成图 2-17 (e)、(f) 所示的侧刃结构,在排样的第一工位冲切。如图 2-18 (a) 所示为冲件图,图 2-18 (b) 为采用两侧对称成形侧刃定距的排样图。图 2-19 (a) 所示为冲件图,图 2-19 (b) 为两侧采用不对称成形侧刃定距的排样图。从图例的不同结构形式中可以看到将冲件的某一局部外形的成形切割面设计成侧刃型孔冲切的形式。

图 2-18、图 2-19 所示的排样图中第一工位即是成形侧刃的冲切形式。



- ①—冲切对称成形侧刃；②—冲两个小孔；③—中间型孔冲切；④—冲两个长方孔；
⑤—空工位；⑥—弯曲成形；⑦—空工位；⑧—冲件与载体分离

图 2-18 对称双侧刃冲切定距形式

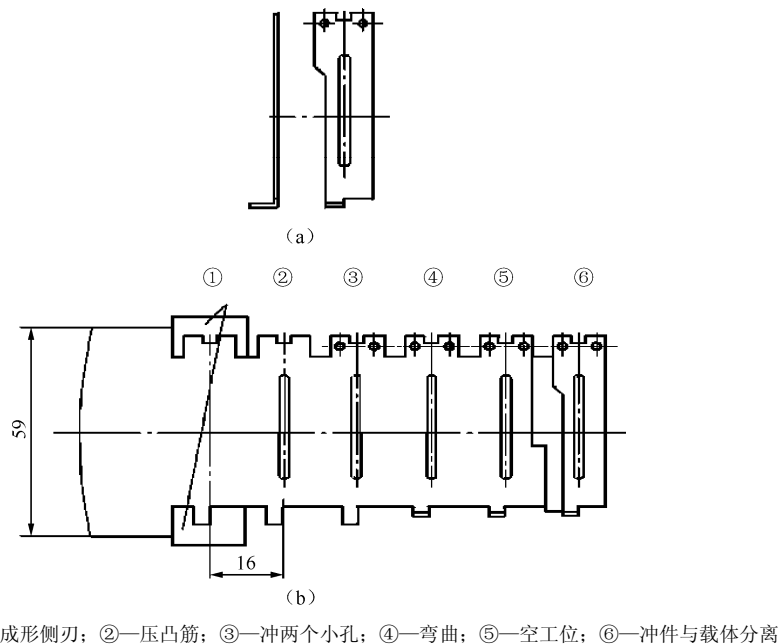


图 2-19 不对称双侧刃冲切定距

在模具设计中根据冲件的精度、结构和材料的利用率可分别采用单侧刃或双侧刃等不同定距形式。在实际生产中，侧刃定距大多是以成形侧刃定距方式来使用的。

单侧刃定距形式，即在条料的第一工位冲出侧刃定距缺口。如不再采用与其他定距方式结合使用时，则只适合一般较少工位数的级进冲模。而最常用的是两种定距形式的配合使用，即以侧刃定距为粗定位，以导正钉孔定距为精定位。单侧刃与导正钉配合使用时，应使侧刃冲切型孔的长度尺寸 S 大于模具的实际工位间距尺寸 s 一个微量 Δi ，这一微量 Δi 应大于导正钉孔与导正钉间双面间隙的 2~5 倍，一般为 0.02~0.06mm，即由侧刃定距多送出一个微量 Δi 。这样，当导正钉进入条料上的导正钉孔后，至少可使条料再退回 0.01~0.05mm，这时工位间距的误差只是导正钉与导正钉孔的单面间隙而已（假设导正钉孔距间的误差为零时）。反之，如果 $S \leq s$ 一个微量 Δi ，则导正钉便无法对条料形式进行导正，这是因为侧刃后面的侧刃挡块已紧紧挡住条料，使条料没有调节的余地。在这种情况下，如果导正钉强行对条料上的导正钉孔进行导正，则易使条料变形或损坏导正钉。

双侧刃定距的形式，即在条料的两侧冲切出侧刃定距缺口。双侧刃的排列方式有对称排列和错开排列两种。图 2-18 所示为在同一工位（工位①）对称排列的对称双成形侧刃，而图 2-19 为在同一工位（工位①）对称排列的不对称成形侧刃的两种示例。错开排列是指先在条料一侧第一工位冲出一侧刃定距型孔，再在条料的另一侧后面的某一工位上冲切出另一侧刃定距型孔。这样完全克服了单侧刃定距精度不足的问题。

3. 工位定位方式

几乎所有的级进冲模均采用这一定距方式，其最常用的配合定距形式有以下几种。

(1) 一般压力机上采用手工送料时，侧刃作粗定距，导正钉作精定距。

(2) 在高速或专用压力机上采用自动送料机构送料作粗定距，导正钉作精定距，以实现连续、自动作业。

导正钉定距是首先在条料（或带料）的第一工位上冲出导正钉孔。从第二工位开始的对应位置上设置导正钉孔。一般应在每一工位上都设置导正钉孔，以对条料（或带料）进行导正，严格控制整个条料（或带料）在模具内送进的相对位置。

级进冲模的导正钉孔一般设计在条料（或带料）的载体上或最后切割的空余废料部分，也可借用冲件上无精度要求的圆孔作导正钉孔。在孔径不变的情况下，把原有孔的精度提高到导正钉孔所需的精度要求，也可将导正钉孔设置在最后工位或接近最后工位才冲切的型孔、大孔位置上。

一般在条料（或带料）上，应视冲件的形状、尺寸、精度、技术要求等不同，而采用单孔、双孔、三孔的导正钉定距形式。

（1）导正钉的结构形式及在模具内的安装

① 导正钉孔直径的大小与导正钉的强度、冲件材料的厚度、材料的利用率有关。由于级进冲模适宜冲制 0.10~1.2mm 的薄材料，当料厚 $\delta \leq 0.5\text{mm}$ 时，导正钉孔的直径应不小于 $\phi 2\text{mm}$ 。当料厚 $\delta > 0.5\text{mm}$ 时，导正钉孔直径应取 $d \geq 4\delta$ 。

当选用冲件上的型孔作导正钉孔时，不应选用孔径过小的孔，以避免影响导正钉的强度，也不应选用孔径过大的孔，以影响安装位置的占用面积。

② 导正钉工作直径与导正钉孔径的关系。导正钉工作直径部分与导正钉孔的实际尺寸间应有微小的间隙，间隙过小会影响导正钉的正确导向，而间隙过大则无法保证定距精度。因此，导正钉的工作直径与导正钉孔应有较严格的配合间隙要求。导正钉的工作直径应参照冲导正钉孔的凸模直径确定，主要的实践数据如下。

a. 当 $\delta \leq 0.5\text{mm}$ ，且对工位间距精度有严格要求时，有

$$d_d = d_{dt} - \delta \times 0.025$$

b. 当 $\delta \leq 0.7\text{mm}$ ，且对工位间距精度有严格要求时，有

$$d_d = d_{dt} - \delta \times 0.020$$

c. 当 $\delta \geq 0.5\text{mm}$ ，且对工位间距精度无严格要求时，有

$$d_d = d_{dt} - \delta \times 0.035$$

式中： d_d ——导正钉工作直径，mm；

d_{dt} ——冲导正钉孔的凸模直径，mm。

（2）导正钉的种类与结构形式

导正钉工作部分的形状尺寸是由导正钉工作直径决定的。导正钉的种类很多，导正钉孔直径大小不一，形式也不一，图 2-20 所示为常用的几种导正钉结构形式，其中图 2-20 (g) ~ (k) 所示的 5 种导正钉适用于对向 $\phi 6\text{mm}$ 以上大孔的导正，适用于安装在冲切或冲裁凸模上作导正导向，或安装在卸料板上作辅助导向的导正钉。图 2-20 (a) ~ (g) 所示的 7 种导正钉适用于小孔的导正，也是在级进冲模中最常用的形式。而图 2-21 所示为常用的导正钉头部形状简图。

图 2-21 (a) 所示的导正钉适用于孔径在 2~6mm 的场合，图 2-21 (b) 所示的导正钉适用于孔径为 2~3mm 小孔的导正导向，尤其适用于小孔径的导正钉导向和材料 $\delta < 0.5\text{mm}$ 的导正钉导向。

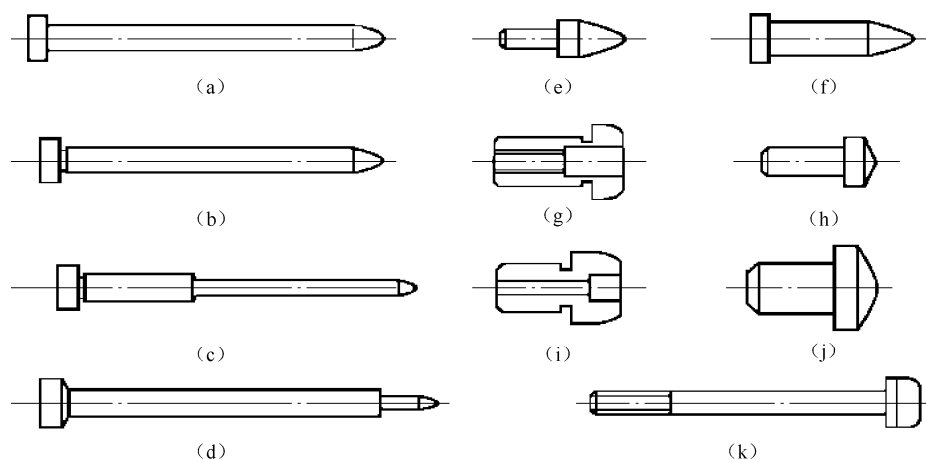


图 2-20 常用导正钉的结构形式

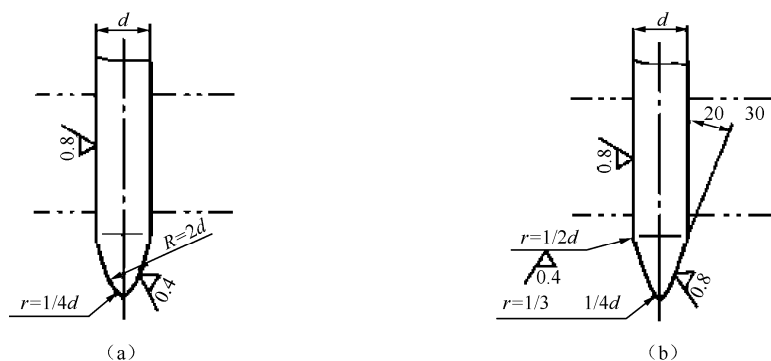


图 2-21 导正钉头部形状、尺寸简图

(3) 导正钉在模具中的安装

在级进冲模中,导正钉在模具中的安装主要有三种形式。如图 2-22 (a)、(b)、(f)、(g)、(h) 所示是导正钉安装在凸模固定板上的常见结构形式。图 2-22 (c)、图 2-22 (d) 是导正钉安装在卸料板上的结构形式。图 2-22 (e) 是导正钉安装在凸模上的结构形式,此形式使用较少。安装在卸料板上的导正钉,主要适用于凸模(尤其是成形凸模)进入凹模深度较大、工作距离及冲压行程较大、材料厚度较薄的级进冲模。

当导正钉直径较大($d > 5\text{mm}$)时,应采用 2-22 (b) 所示的安装形式,因为此形式不常拆卸,所以固定部分与卸料板成 H7/m16 或 H7/n6 配合。而当导正钉直径较小($d < 4\text{mm}$)时,为便于安装、维修、刃磨、更换,大多采用图 2-22 (a)、(f)、(g)、(h) 所示的易拆卸、方便更换的结构形式。其固定导向部分均在卸料板上,与固定板成 H7/h8 或 H8/h8 的大间隙配合。当导正钉直径很小($d < 2\text{mm}$)时,应使用保护套,以防止经常性损坏。保护套与固定板或卸料板成 H7/h6 配合,而保护套与导正钉成 H7/h5 配合。图 2-22 (f) 所示的导正钉与上模座采用弹性结合的结构形式,可避免在发生故障时导正钉折断。

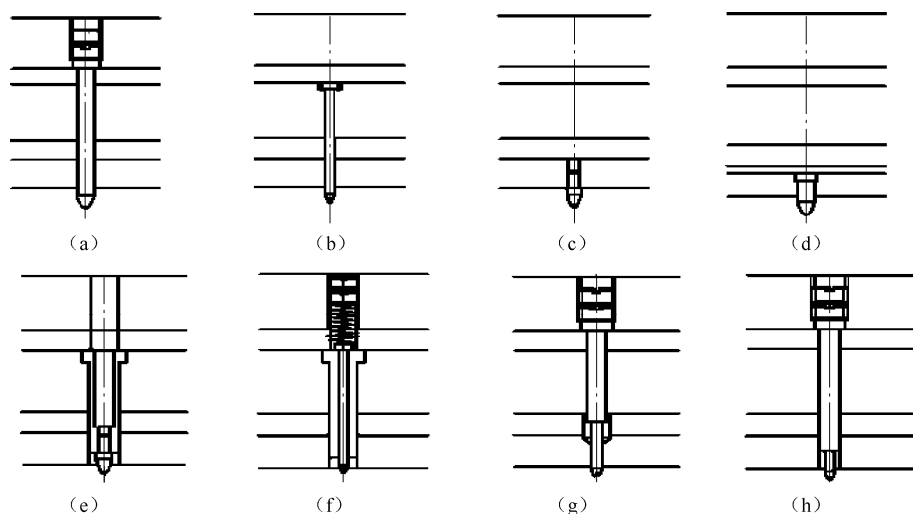


图 2-22 导正钉在模具中的安装结构形式

2.1.5 排样图的画法与表示

条料排样图的设计是多工位连续模设计的重要依据，是决定连续模优劣的主要因素之一。条料排样图设计的好坏，直接影响模具设计的质量。条料排样图确定了，则零件的冲制顺序、模具的工位数及各工位内容、材料的利用率、模具步距的基本尺寸和定距方式、条料载体形式、条料宽度、模具结构、导料方式等都得到了确定。

1. 装配图

多工位级进模设计的图纸绘制与简单模具的绘图有较大差别。图 2-23 为简单模具设计的总装图的布置，包括 1 档案编号、2 结构主视图、3 结构俯视图、4 侧视图或局部视图、5 产品图、6 排样图、7 技术要求、8 标题栏和 9 明细栏。但是，多工位级进模由于结构复杂，往往在一个图幅上无法布置这么多要素，以致其图纸绘制方法非常灵活。

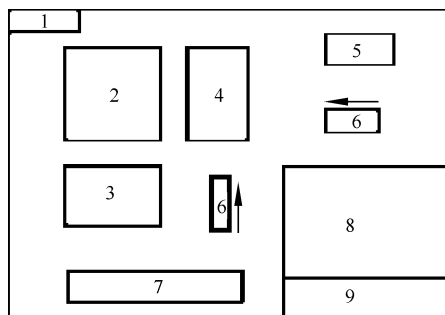


图 2-23 图面布置示意图

一般将产品图、排样图、模具结构图分别绘制（排样图如图 2-24 所示），也有些模具结构图分成主视图、上模视图、卸料部分视图、下模视图 4 张图纸表达，且装配图上的零件绘制非常简单，如图 2-25 所示。

2. 排样图的绘制

排样图是排样设计最终表达形式，也是编制冲压工艺与设计的重要依据。

一张完整的排样图应反映出条料（带料）宽度及公差、送料步距及搭边 a 及 a_1 值、冲裁时各工步先后顺序与位置、条料在送料时定位元件的位置以及条料（带料）的轧制方向。如图 2-26、图 2-27 所示。

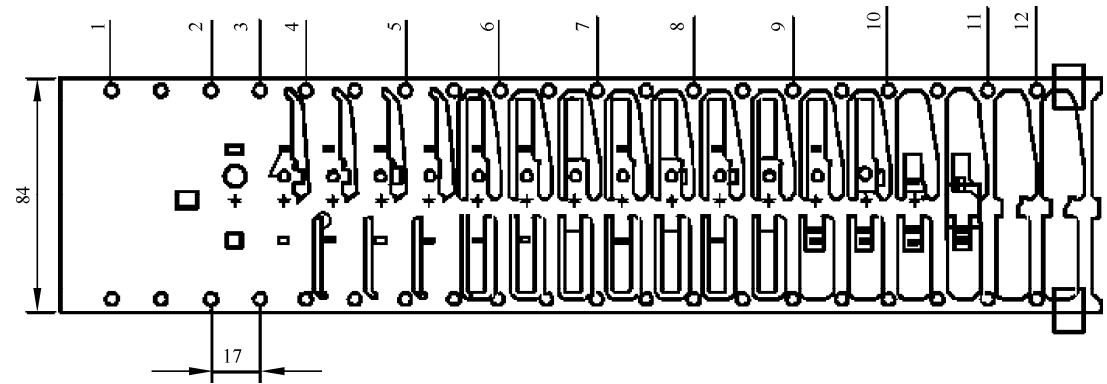


图 2-24 排样图

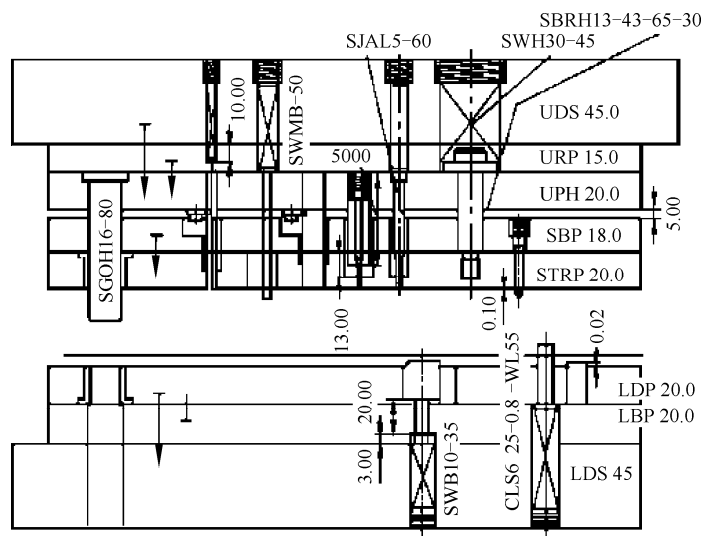


图 2-25 简化的多工位级进模主视图

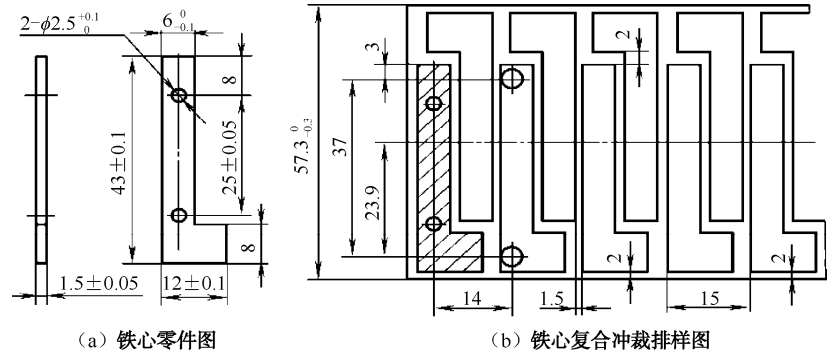
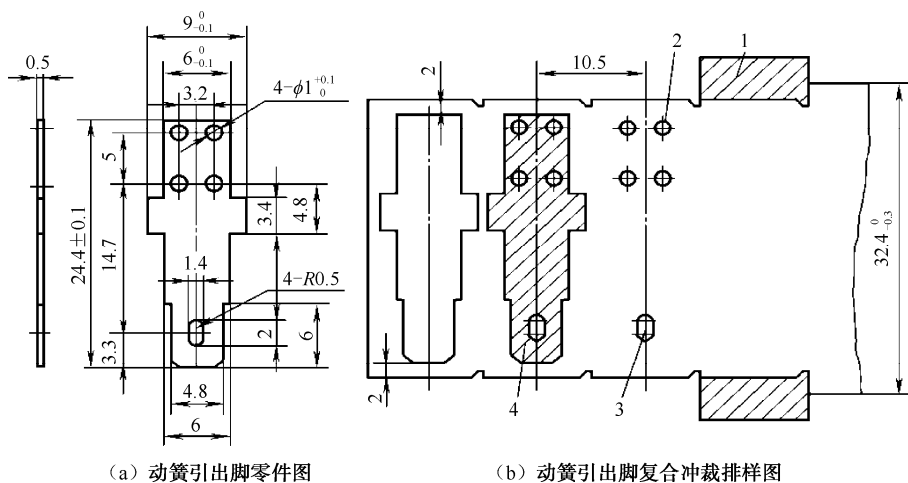


图 2-26 铁心冲孔落料复合排样图



1—侧刃裁边；2—冲 4 圆孔；3—冲腰形孔；4—落料

图 2-27 动簧引出脚冲孔落料级进排样图

2.1.6 多工位级进模排样实例

1. 排样设计步骤

现代多工位精密级进模排样设计，常借助 CAD 软件进行设计，与传统的裁纸法或拼接法等方法比较，效率明显要高得多，一般按如下步骤进行。

(1) 确定冲压方向

首先确定产品展开尺寸。根据产品的毛边方向，确定冲裁和成形方向。无毛刺方向要求一般不受限制，若产品上有毛刺方向要求，必须注意冲裁和成形的方向（冲孔件毛刺位于凹模刃口面，落料件毛刺位于凸模刃口面）。弯曲件产品图上没有毛刺方向要求，尽量将毛刺留在里面，既能保证产品的美观，还能减少弯曲时出现裂纹的可能。要特别注意材料的纹理方向，避免纹理方向与弯曲线平行。

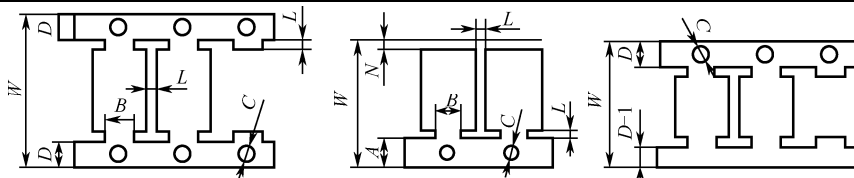
(2) 确定排样形式

依据产品展开尺寸，粗略估算步距，用 CAD 的阵列工具作出横排、纵排、对称排、交错排和斜排等几种方案，进行分析、比较，在保证产品顺利生产出来的前提下，选择材料利用率最高的排样形式。

(3) 载体的选择与确定

考虑条料在模具中是否能顺利送料，前一工位成形后能否继续平稳送到下一工位，包括考虑浮料高度和连接带的位置及强度，因浮料过高，容易引起摆动、料带定位不准和变形，故浮料高度一般越低越好；根据展开图，分析产品各个部位的特征，在仅有落料特征的适当位置引出连接带，使之既能保证料带的送进，又不影响产品的成形。至于选择什么类型的载体，要根据产品的特点而定。载体尺寸可以按表 2-1 设计。

表 2-1 载体尺寸

|  | | | | | | | |
|--|-----|------------------|------|---------|------------------|------------------|------------------|
| 材料厚度 T | W | A _{min} | B | C | D _{min} | L _{min} | N _{min} |
| 0~0.3 | <35 | 3.0 | 越大越好 | 1.5 | 2.5 | 1.0 | 0.5 |
| | >35 | 4.0~5.0 | | 2.0~3.0 | 3.5 | 1.0 | 0.5 |
| 0.3~0.6 | <35 | 3.0 | | 1.5 | 2.5 | 1.0~1.5 | 1.0 |
| | >35 | 4.0~5.0 | | 2.0~3.0 | 4.0 | 1.0~1.5 | 1.0 |
| 0.6~0.8 | <40 | 4.0 | | 2.0 | 3.0 | 1.5~2.0 | 1.0 |
| | >40 | 5.0~6.0 | | 2.0~3.0 | 4.0 | 1.5~2.0 | 1.5 |
| 0.8~1.2 | <40 | 4.0 | | 2.0 | 3.0 | 1.5~2.0 | 1.5 |
| | >40 | 5.0~6.0 | | 2.5~3.0 | 4.0 | 1.5~2.0 | 1.5 |
| 1.2~2.0 | <40 | 4.0 | | 3.0 | 4.0 | 3.0~4.0 | 2.0 |
| | >40 | 6.0~7.0 | | 3.0~4.0 | 5.0 | 3.0~4.0 | 2.0 |

(4) 工序顺序安排

根据已经确定的排样形式，在开始端安排冲孔、切口、切废料等分离工位，再向另一端依次安排成形工位，最后安排制件和载体分离。此时应当考虑排样方案的加工可行性和稳定性，后一工位不能对前一工位的成形有破坏作用，或者后一工位无法成形，凸模与凹模的强度是否足够等问题，具体如下。

① 在工序顺序安排方面，一般先冲侧刃、导正孔、压印、打凸包、撕裂，后冲孔、落料、成形，最后分离，有一些 90° 弯曲无法一次成形，则需要考虑分步；连续拉深的各工位拉深系数要大于单工序多次拉深。

② 第一工位一般安排冲孔和冲工艺导正孔。第二工位设置导正销对带料导正，在以后的工位中，视其工位数和易发生窜动的工位设置导正销，也可在以后的工位中每隔 2~3 个工位设置导正销。第三工位根据冲压条料的定位精度，可设置送料步距的误送检测装置。

③ 冲压件上落外形经分解导致冲裁工位较多，且各冲裁的位置太近时，可分布在不同工位上冲出，但不能因后续成形工序的影响而变形。

精度要求高的部位（如孔心距、孔边距、两成形部位间）应尽量安排在一个工位上或相邻工位上冲出。因模具强度的限制不能同步冲出时，后续冲孔应采取保证孔相对位置精度要求的措施。

复杂内孔或外形按分步冲出时，只要不受冲件精度和模具轮廓尺寸限制，应力求凸模和凹模结构简单规则，以便于模具制造，提高模具寿命。分步冲裁时，一般先冲小孔，后冲大孔。如图 2-28（a）所示，将冲裁小孔安排在后面的工位时，小凸模周围材料形成了缺口。这样小凸模冲压时会因受力不均匀而折断，图 2-28（b）则避免了这种缺陷。当然。有些小凸模必须安排在后面的特殊情况，则需要对小凸模采取采用精密导向或凸模加强等保护措施。

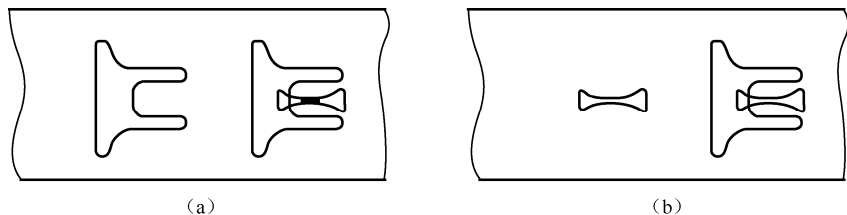


图 2-28 冲裁顺序

在级进冲压过程中，各工位分断切除余料后，形成完整的外形。此时一个重要的问题是如何使各段冲裁的连接部位平直或圆滑，以免出现毛刺、错位、尖角等。因此，应考虑分断切除时的搭接方法，搭接方法如图 2-29 所示。图 2-29 (a) 为平面两次冲裁的搭接，首次冲出让位，避免二次重复冲裁，搭接区是首次冲裁的扩大部分，搭接量应大于 0.02 倍的材料厚。图 2-29 (b) 为圆角区的让位，采用与圆角成 20° 相切线冲裁让位。

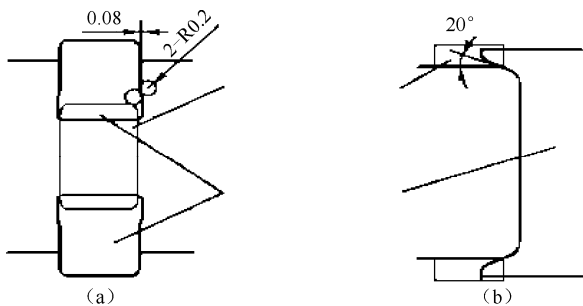


图 2-29 搭接方法

④ 工位设置应保证凹模有足够的强度，保证凸模容易安装固定。在空间条件不足的情况下，可以设置必要的空工位，空工位的数量根据模具结构的要求而定，同时还应当避免凹模孔口太近，凸、凹模出现尖角、狭槽等。

⑤ 成形方向的选择（向上或向下）要有利于模具的设计和制造，有利于送料的顺畅。若不同于冲床滑块冲程方向的冲压成形动作，可采用斜滑块、杠杆和摆块等机构来转换成形方向。

⑥ 对弯曲和拉深成形件，每一工位的变形程度不宜过大，变形程度较大的冲压件可分几次成形。这样既有利于质量的保证，又有利于模具的调试修整。对精度要求较高的成形件，应设置整形工位。

⑦ 单向弯曲制件为避免材料利用率太低，且受力不均匀，可考虑对称排或交错排，使其受力均匀、成形稳定、材料利用率提高，同时，为避免弯曲件变形区材料的拉伸，可考虑先弯成 45° ，再弯成 90° 。

⑧ 在级进拉深排样中，可应用拉深前切口、切槽等技术，以便材料的流动。压筋一般安排在冲孔前，在凸包的中央有孔时，可先冲一小孔，压凸后再冲到要求的孔径，这样有利于材料的流动。当级进成形工位数不是很多，制件的精度要求较高时，可采用先冲裁后成形。

⑨ 对于小接插件或数字冲裁件，应当考虑一出二、一出四等高效率的排样。

(5) 排样检查

确定了排样方案后，即形成了产品成形的基本概念，在工序安排上应根据零件工艺性要求，各种冲压工序变形规律与极限变形程度，零件的精度要求，冲压工艺稳定性，模具制造

(6) 绘制排样图

2. 多工位级进模排样设计实例

图 2-31 支架零件

(1) 工艺分析

该零件为典型的多向弯曲件，涉及工序多，尺寸精度要求高，若采用单工序模或复合模加工，模具数量多，定位困难，误差大，且生产批量大，生产效率要求高，故采用级进模加工，节约冲压设备和模具，提高经济效益。

C1100R-H 是一种常用的无氧铜卷带，韧炼铜，因其导电、延展、耐腐蚀等性能较好，常用于加工电子电器的零部件，试验表明该材料厚度 0.5mm，弯曲内侧半径大于 $1.5t$ 时，弯曲角度可以达到 180° ，表明其力学性能非常好。

由图 2-31 零件尺寸图可见，该制件包括冲孔、落料、弯曲 3 个基本冲压工序，其中各弯曲的方向、角度都不同；冲孔、落料的尺寸精度均要求较高，特别是 2 个 $\phi 1.6$ 的孔的形状尺寸和位置尺寸精度要求较高，但是可以通过合理安排工序顺序、提高模具设计与制造精度来保证，所以该零件连续冲压的可行性较大。

(2) 工序安排

该零件的冲裁毛刺方向要求与制件的主要弯曲方向相反（见图 2-31），而弯曲级进模必须采用去除废料的排样方式，即逐步将废料冲裁，就决定了图 2-31 中两个主要的弯曲特征必须向上弯曲。 K 与 L 两个孔的尺寸精度要求非常高，且位置尺寸为弯曲特征的相关尺寸，所以应当安排在弯曲成形之后。

如图 2-32 所示，制件共有 9 道弯曲特征，若分步成形将导致工步多、模具规模大。所以，需要将一些弯曲特征整合在一个工步中完成，留下部分为图 2-32 所示的展开毛坯。这也就是同工位成形多道弯曲或两道 L 形改为 Z 形弯曲。整合弯曲工序的前提是成形可行、结构简单、成本最低，并尽可能对称弯曲，以避免坯料偏移引起的尺寸不稳定。所以， G 、 H 、 I 、 J 处弯曲线较长，所需弯曲力较大，应两两对称弯曲。

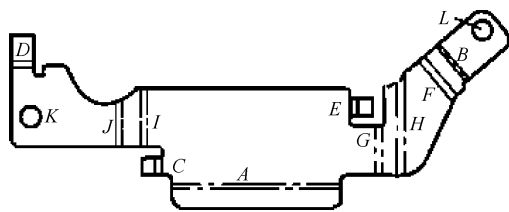


图 2-32 展开图

(3) 排样设计

根据上述的工序安排，设计了图 2-33 所示的排样图。共有 16 个工位，分别完成：（1）冲导正孔；（2）、（5）、（7）冲裁轮廓；（3）、（6）、（11）、（15）空位；（4） A 处向上弯曲，（8） B 处向上弯曲；（9） E 、 C 、 D 向上弯曲 45° ；（10） E 、 C 、 D 向上弯曲 90° 以及 F 处向下弯曲；（12） H 、 J 向上弯曲，（13） G 、 I 向下弯曲；（14）冲孔；（16）分离、切断废料。

因为制件三向弯曲，只能采用中间载体的排样形式，为提高条料的刚度，载体宽度尽量大。条料厚度仅有 0.5mm，适合采用卷料自动送进（首次送进人工完成）。采用挟持式送料装置粗定位，配合导正销精密定位，送进定位可达到 $\pm 0.01\text{mm}$ 。

零件展开轮廓复杂，轮廓冲裁必须合理地分步进行。另外，为防止出现冲裁不完全或断面重复冲裁（重复冲裁易导致废屑留在下模表面影响制件表面质量，且损坏工作零件），正确处理两次冲裁的“接刀”非常关键。如图 2-33 所示，采用了两种“接刀”，一种是自然过切

(图 2-33 中标识 (1) 处), 另一种是人为过切, 所谓人为过切是选择制件断面允许处, 在前一工位切进轮廓 $0.2\sim 0.5\text{mm}$ (如图 2-33 中放大图), 这样为后一工位提供了让位, 避免了两次冲裁。人为过切无法避免地会在制件上留下过切痕迹, 所以过切位置一定要选择非重要部位, 不影响产品的使用效果, 而且需要征得客户的同意。

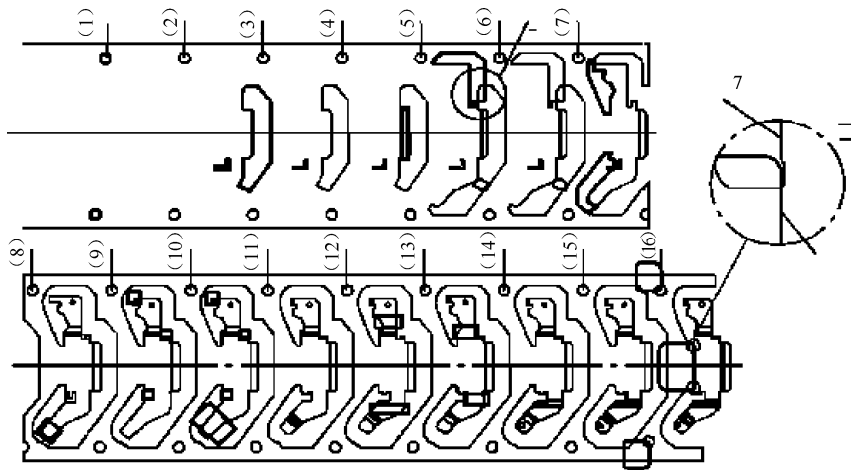



图 2-33 排样图


2.2 NX PDW条料排样

2.2.1 初始化项目

利用【初始化项目】(Initialize Project) 工具, 可以对项目指定材料、部件厚度、项目模板等进行设置, 为设计项目建立相对应的装配机构。

1. 初始化新项目

(1) 在【主要】(Main) 组中, 单击【初始化项目】(Initialize Project) 图标, 弹出【初始化项目】(Initialize Project) 对话框, 如图 2-34 所示。

(2) 在【初始化项目】(Initialize Project) 对话框中, 确认【钣金件】(Sheet Metal Parts) 对话框内的钣金件是否正确, 如果需要对多个钣金件进行模具设计, 可单击旁边的【添加】图标, 弹出文件对话框, 选择需要添加的钣金部件后单击【OK】按钮, 即可完成钣金件的添加。

(3) 在【初始化项目】对话框中, 已经显示了部件的单位和厚度信息, 这些都是软件自动识别的。


(4) 在【项目路径和名称】(Project Path and Name) 文本框中, 指定项目的名称以及保存路径, 应选择适合的文件夹以便放置后续产生的大量部件文件, 因此不建议使用根目录用作保存。



图 2-34 初始化项目对话框

(5) 如有需要, 可以指定零件的厚度、材料。在此指定的材料, 将会决定软件在进行冲

压力、回弹、最少折弯半径计算时所使用的参数，如果需要的材料不在列表中，可使用下述方法中的一种来指定材料。

- 在【设置】(Settings)组中，单击【编辑材料数据库】(Edit Material Data Base)图标，弹出 Excel 文件，然后根据下面的步骤即可添加新材料。


① 在“Material”工作表中输入新材料的名称、相应的剪切强度、扩张强度和补偿因子，如图 2-35 所示。

| PARAMETERS | | | |
|---------------|----------------|------------------|--------------------|
| material_name | shear_strength | tensile_strength | penetration_factor |
| 08 | 10 | 20 | 0.6 |
| 45 | | | |
| A8 | | | |
| SPCC SD | | | |
| SRT6 | | | |
| 270C | 270 | 340 | 1 |
| END | | | |

图 2-35 增加材料示意图

② 在“k_coef”工作表中的 M_name 列中增加新材料的名称，然后为新材料指定正确的 r_t (内折弯半径与厚度的比值) 和 K (中性层系数)，以便进行展开长度的计算，以同样办法在其他工作表中，为新材料指定相应参数以便后续的冲压力计算。

- 在【部件材料】选项中直接输入材料名称。请注意，因缺少相应的信息，使用此方法会导致不能进行冲压力计算。

(6) 从【项目模板】(Project Template)的下拉列表中，根据设计意图选择合适的项目模板，如有需要，可创建符合自己需要的模板，然后放置到模板目录中，然后单击【编辑项目模板配置】(Edit Project Template Configuration)图标，弹出 Excel 文件，在该文件中指定模板名称和放置路径，如图 2-36 所示。

| CONFIG_NAME | PART_SUBDIR | TOP_ASM | ACTION |
|---------------|---------------------------------|---------|--------|
| Regular | \proj_temp\metric\regular | control | CLONE |
| ModuleBased | \proj_temp\metric\Module_base | control | CLONE |
| DesignerBased | \proj_temp\metric\designer_base | control | CLONE |
| Legacy | \proj_temp\metric\legacy | control | CLONE |
| Test | \proj_temp\metric\test | control | CLONE |
| END | | | |

图 2-36 编辑项目模板配置文件

如需进行转换管理或并行设计，则必须使用常规、ModuleBased 和 DesignerBased 这三个模板之一。

(7) 如需为项目或组件的命名指定命名规则，则勾选【设置】(Settings)组中的【重命名组件】(Rename Component)选项，这样在单击【应用】按钮后，将弹出【部件名管理】(Part Name Management)对话框，接着指定相应的命名规则或逐个改名，然后单击【确定】按钮即可。

(8) 单击【确定】或【应用】按钮，即可完成项目的初始化。实际上，软件根据指定的项目模板进行装配克隆，为设计项目建立相对应的装配结构。当【项目模板】(Project Template)为默认时，则初始化后的装配如图 2-37 (a)所示，当【项目模板】(Project Template)为 DesignBased 时，则初始化后的装配如图 2-37 (b)所示。可以留意到，模板不同，建立的装配结构也会有所不同，但每个节点被赋予的职能是基本一致的。表 2-2 列出了各节点的主要作用。

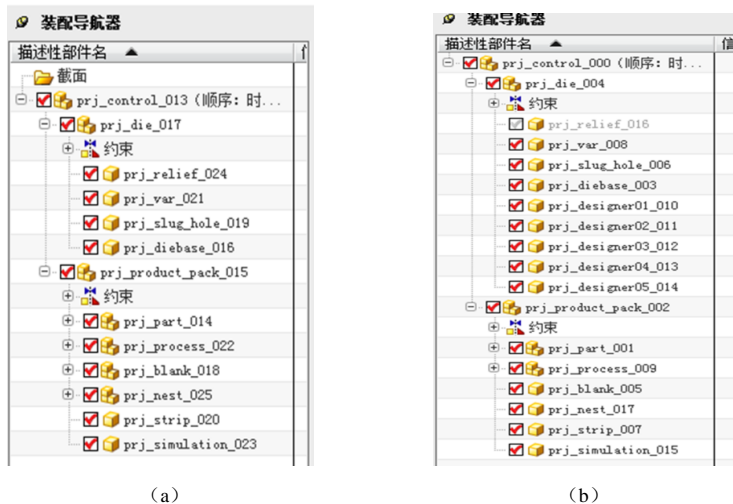



图 2-37 装配结构对比

表 2-2 装配节点说明

| 装 配 节 点 | 说 明 |
|----------------|---|
| *_control | 整个装配架构的顶层节点，打开本节点即可打开整个设计项目 |
| *_product_pack | 用于管理与产品工艺设计有关的信息，包括零件、毛坯、排样、仿真等节点均放置在该节点下 |
| *_strip | 用于放置条料排样的结果 |
| *_simulation | 用于放置条料仿真的结果 |
| *_process | 用于管理钣金零件的成型形状，例如，装配结构形式的中间工步节点 |
| *_part | 用于放置原始的钣金零件 |
| *_blank | 用于放置钣金零件的毛坯 |
| *_nest | 用于放置毛坯排样的数据和结果 |
| *_die | 仿真结果、让位槽实体、条料排样及模架和凹凸模等所有的模具零件均放置于此节点下 |
| *_var | 在该节点中保存了用于挖腔的间隙参数、CAM 的信息等 |
| *_designerXX | 用于在并行设计中，不同设计任务的工程师将自己的结果保存于自己的节点下 |
| *_slug_hole | 用于管理废料孔数据 |
| *_relief | 用于放置让位槽实体 |
| *_diebase | 用于管理模架数据，如模板、导柱、导套、螺钉等 |

2. 打开已有项目

(1) 在【主要】(Main) 组中，单击【初始化项目】(Initialize Project) 图标，弹出选择文件对话框，在文件对话框中选择打开项目的顶层装配文件，单击【OK】按钮。

(2) 弹出【初始化项目】(Initialize Project) 对话框，如有需要可指定零件厚度、材料。单击【确定】按钮，即可打开已有的项目。

2.2.2 毛坯的导入和布局

1. 毛坯的导入

利用【毛坯生成器】(Blank Generator)工具,可以在完成初始化的项目中加载毛坯数据,既可以在钣金零件中直接选择毛坯实体,也可以从外接的部件文件中导入毛坯,还可以对毛坯进行更新、重定位和移除的操作。




(1) 在【主要】组中,单击【毛坯生成器】(Blank Generator)图标,弹出如图 2-38 (a) 所示的【毛坯生成器】(Blank Generator)对话框。此时软件将会把原始的钣金零件设置为工作部件。




图 2-38 毛坯生成器对话框

(2) 将【类型】(Type) 设置为【创建】(Create), 如果在项目初始化时, 插入了多个钣金零件, 则可以在【钣金件】(Sheet Metal Part) 的下拉列表中选择所需要的钣金零件。

(3) 系统提供两种插入毛坯的方式, 可根据需要选择。

- 如果毛坯是作为单独一个零件存在的, 单击【创建】(Create) 组中的【导入毛坯部件】(Import Blank Part) 图标, 弹出文件对话框, 在文件对话框中选择毛坯文件, 单击【OK】按钮, 返回到【毛坯生成器】(Blank Generator) 对话框。同时图形窗口将会显示刚选择的毛坯零件, 在毛坯零件上选择一个固定面作为基准面, 单击【确定】按钮, 即可完成毛坯的插入。
- 如果毛坯实体存在于原始钣金零件中, 那么单击【选择毛坯体】(Select Blank Body) 图标, 将钣金零件中的毛坯显示出来, 然后在图形窗口中选择固定面, 单击【确定】按钮, 即可完成毛坯插入。

(4) 如果需要修改, 可将【类型】(Type) 设置为【编辑】(Edit), 在【毛坯零件】(Blank Part) 的下拉列表中选择需要的钣金零件, 如图 2-38 (b) 所示。


(5) 如果需要替换已保存的毛坯, 单击【编辑】(Edit) 组中的【更新毛坯部件】(Update Blank) 图标, 在弹出的文件对话框中选择替换的毛坯部件, 单击【OK】按钮, 此时图形窗口将会显示新的毛坯零件, 选择固定面, 单击【确定】按钮即可完成毛坯的替换。

(6) 如果需要删除现有的毛坯, 单击【编辑】(Edit) 组中的【删除毛坯】(Delete Blank) 图标, 单击【确定】按钮, 即可删除毛坯。

2. 毛坯布局

利用【毛坯布局】(Blank Layout)工具,通过调整毛坯在条料中的方位和角度,遮掩可以实现直排、斜排的布局,通过拖曳距离手柄,控制条料的步距和宽度,系统将会实时更新材料利用率;通过复制毛坯可实现多样的布局。

(1) 创建布局

① 在【主要】组中,单击【毛坯布局】(Blank Layout)图标,弹出【毛坯布局】(Blank Layout)对话框,如图 2-39 所示。同时软件将*_nest 节点设置为工作部件,在该节点下自动增加 3 个毛坯,此时可以在图形窗口看到 3 个并排放置的毛坯,同时中间的毛坯处于激活状态。

② 将【类型】(Type)设置为【创建布局】(Create Layout),如果需要移动毛坯的位置,可在【放置】(Placement)组中,对毛坯进行平移或旋转。

- 通过移动【沿 X 向移位】(Shift X)和【沿 Y 向移位】(Shift Y)滑动条,将毛坯移动到适合的位置。
- 通过拖动【旋转】(Rotate)的滑动条,可以将毛坯旋转到一定的程度。

③ 在【步距—宽度】(Pitch-Width)组中,指定条料的步距和宽度。

④ 在【侧距】(Side Webs)组中,默认的设置是【平均】(Average),顶部和底部的搭边大小一致,如果需要单独控制顶部或底部的搭边值,可选择【上】(Top)或者【下】(Bottom),在相应的文本框中输入相应的值即可。

⑤ 在【优化数据】(Optimization Data)组中,可以看到在当前参数设置的条件下材料的利用率,勾选【最小空间大小】(Minimum Space Size)选项,将显示相邻毛坯之间的最小距离。

⑥ 如果需要设置移动的步距增量,在【设置】(Settings)组中,设置合适的【捕捉大小】(Snap Size)数值。

⑦ 单击【应用】按钮,即可完成毛坯布局。

(2) 添加毛坯

如存在多个毛坯,需要通过添加毛坯的方式将其他毛坯添加到排样之中。

① 将【类型】(Type)设置为【添加毛坯】(Add Blank);从【毛坯列表】(Blank List)中选择毛坯,该列表显示的是还没进行排样的毛坯。

② 单击【应用】按钮,软件将会插入所选的毛坯,在*_nest 节点上将增加 3 个毛坯。

(3) 复制毛坯

① 将【类型】(Type)设置为【复制毛坯】(Copy Blank);在图形窗口中选择需要复制的毛坯。

② 单击【应用】按钮,这时在图形窗口中增加一行共 3 个毛坯,同时在*_nest 节点中再增加 3 个毛坯。



图 2-39 毛坯布局

(4) 移除毛坯

① 将【类型】(Type) 设置为【移除毛坯】(Remove Blank); 在图形窗口中选择需要移除的毛坯。

② 单击【应用】按钮, 即可删除所选毛坯。

(5) 设置基点

在进入毛坯布局后, 系统将自动在毛坯中心创建一个点作为基点, 它是移动、复制、旋转毛坯的参考点, 系统将使用这个点作为条料排样中“0”工步的起始点, 一般情况下设置导正孔中心或者某个有意义的点作为基点。

① 将【类型】(Type) 设置为【设置基点】(Set Base Point); 在图形窗口中选择需要设置基点的毛坯。

② 选择【选择基点】(Select the Basepoint), 选择合适的点作为毛坯的基点。

③ 单击【应用】按钮, 即可完成基点设置。

(6) 翻转毛坯

① 将【类型】(Type) 设置为【翻转毛坯】(Flip Blank); 在图形窗口中选择需要翻转的毛坯。

② 选择【应用】按钮, 这样就可以完成毛坯的翻转, 也就是将毛坯在凹凸模中的位置翻转。

2.2.3 废料设计

利用【废料设计】(Scrap Design) 工具设计冲裁废料的形状及其类型, 同时指定其所在工步, 而且可以根据工艺的需要, 为废料设计重叠、过切, 要注意的是, 所有的废料都以片体的形式存在, 并被放置到*_nest 节点中。



1. 废料的创建


系统提供了四种创建废料的方法, 包括利用毛坯边界和草图曲线创建废料、直接提取毛坯的封闭环作为废料、利用封闭曲线创建废料及利用已有片体创建废料, 另外在创建废料时可指定废料所属工步, 这样在后续条料排样时软件将按照指定工步放置废料。



图 2-40 废料设计

(1) 毛坯边界和草图

① 在【主要】组中, 单击【废料设计】(Scrap Design) 图标 , 弹出【废料设计】对话框; 单击【方法】(Method) 组中的【毛坯边界+草图】(Blank Boundary+Sketch) 图标 , 如图 2-40 所示。

② 单击【绘制截面】(Sketch Section) 图标 , 弹出【创建草图】(Create Sketch) 对话框, 选择一个平面作为草图的放置面, 单击【确定】按钮, 进入草图环境, 根据实际情况绘制曲线以设计废料的性质, 绘制的曲线必须要与毛坯外形形成封闭轮廓, 在完成草图后, 弹出【废料设计】(Scrap Design) 对话框。


③ 如需指定废料工位号, 可以从【工位号】(Setion Number) 下拉列表中选择。

④ 单击【应用】按钮, 系统将根据毛坯的边界和草图曲线, 搜索封闭轮廓, 从而创建

废料片体。

(2) 孔边界

使用此方法可在毛坯中所有封闭轮廓处（例如孔等形状）创建相应的废料。


① 将【类型】(Type) 设置为【创建】(Create)，单击【方法】(Method) 组中的【孔边界】(Hole Boundary) 图标。


② 如需指定废料工位号，可以从【工位号】(Setion Number) 下拉列表中选择。

③ 单击【应用】按钮，软件将搜索所有封闭轮廓，例如孔，从而创建废料。

(3) 封闭曲线

使用此方法可使封闭曲线草图处形成废料。

① 将【类型】(Type) 设置为【创建】(Create)，单击【方法】(Method) 组中的【封闭曲线】(Closed Curves) 图标。


② 单击【绘制截面】(Sketch Section) 图标，弹出【创建草图】(Create Sketch) 对话框，选择一个平面作为草图的放置面，单击【确定】按钮，进入草图环境，根据实际情况绘制曲线以设计废料的性质，绘制的曲线必须是封闭轮廓，在完成草图后，弹出【废料设计】(Scrap Design) 对话框。

③ 如需指定废料工位号，可以从【工位号】(Setion Number) 下拉列表中选择。

④ 单击【应用】按钮，系统将根据绘制的曲线创建废料。

(4) 现有片体


使用此方法可将已存在的片体转换为废料。

① 将【类型】(Type) 设置为【创建】(Create)，单击【方法】(Method) 组中的【现有片体】图标。

② 选择已存在的片体，如需指定废料工位号，可以从【工位号】(Setion Number) 下拉列表中选择。

③ 单击【应用】按钮，软件将会把片体识别为废料。

(5) 更改类型


① 将【类型】(Type) 设置为【创建】(Create)，单击【方法】(Method) 组中的【更改类型】(Change Type) 图标；选择需要改变类型的片体。


② 指定废料类型为【冲裁】(Piercing) 或者【导正孔】(Piloting)，单击【应用】按钮，即可完成废料类型修改。

2. 废料的编辑

针对已有的废料，软件提供了多种编辑方式，包括拆分废料、合并废料、为废料的尖锐边设置最小半径，更改废料工位，删除、更新废料。


(1) 拆分

① 将【类型】(Type) 设置为【编辑】(Edit)，单击【编辑】(Edit) 组中的【拆分】(Split) 图标。

② 选中待拆分的废料，软件自动跳转到【选择拆分曲线】(Select Scrap) 选项，在图形窗口中选择拆分废料所用的曲线，此时可选择已有曲线，也可以单击【绘制截面】(Sketch Section) 图标，进入草图环境绘制曲线。


③ 单击【应用】按钮，即可将选择的废料进行拆分。

(2) 合并

① 将【类型】(Type) 设置为【编辑】(Edit), 单击【编辑】(Edit) 组中的【合并】(Merge) 图标.


② 分别选择需要合并的废料, 单击【应用】按钮, 即可合并相邻的废料。

(3) 应用最小半径

① 将【类型】(Type) 设置为【编辑】(Edit), 单击【编辑】(Edit) 组中的【应用最小的半径】(Apply Minimum Radius) 图标, 在图形窗口中选择需要应用最小半径的废料。


② 设定【最小半径】(Minimum Radius) 的值, 单击【应用】按钮, 即可在所选废料的尖角处创建圆角。

(4) 删除

① 将【类型】(Type) 设置为【编辑】(Edit), 单击【编辑】(Edit) 组中的【删除】(Delete) 图标.

② 在图形窗口中选择需要删除的废料, 单击【应用】按钮, 软件将会删除该废料。

(5) 更新


① 将【类型】(Type) 设置为【编辑】(Edit), 单击【编辑】(Edit) 组中的【更新】(Update) 图标.

② 单击【应用】按钮, 软件将会更新所有废料。

3. 工艺处理

废料的设计需要考虑到多种冲压工艺, 例如接刀、材料补偿等, PDW 提供的工艺处理工具可满足这些工艺要求。

(1) 重叠


① 将【类型】(Type) 设置为【附件】(Add-on), 单击【附件】(Add-on) 组中的【重叠】(Overlap) 图标.

② 在图形窗口中选择需要添加重叠部分的废料。

③ 选择【选择废料的边】(Select Edge of Scrap) 选项, 在图形窗口中选择需要添加重叠部分的边。

④ 设置【重叠宽度】(Overlap Width) 的值, 单击【应用】按钮, 软件将会在相邻的废料中添加重叠。

(2) 过切

① 将【类型】(Type) 设置为【附件】(Add-on), 单击【附件】(Add-on) 组中的【过切】(Overcut) 图标.


② 在【过切类型】(Overcut Type) 下拉列表中选择合适的类型, 分别有【垂直类型】(Normal Type)、【相切类型】(Tangent Type)、【圆形类型】(Circular Type) 和【矩形类型】(Rectangular Type)。

③ 选择需要创建过切部分的废料边, 根据实际需要设置参数, 单击【应用】按钮, 软件将会创建一个过切。

(3) 修剪

对于需要多次冲裁的废料孔, 可以利用此工具产生一个具有一定偏置值的废料。


① 将【类型】(Type) 设置为【附件】(Add-on), 选择【附件】(Add-on) 组中的【修


剪】(Trimming) 图标.

② 选择需要进行精密冲裁的废料。

③ 指定【修剪号】(Number of Trimming), 也就是最后冲裁前的冲裁次数, 以及相应的偏置值; 选择【应用】按钮, 这样软件将会创建精密冲裁前的冲裁废料。

(4) 用户定义

① 将【类型】(Type) 设置为【附件】(Add-on), 单击【附件】(Add-on) 组中的【用户定义】(User Defined) 图标.

② 在图形窗口中选择的废料, 软件自动跳转到【选择曲线】(Select Curve) 选项, 此时可以选择已有的曲线, 也可以单击【绘制截面】(Sketch Section) 图标, 进入草图环境绘制满足工艺要求的曲线。

③ 单击【应用】按钮, 这样就可以创建用户自定义的工艺特征, 例如, 绘制用于材料补偿的轮廓, 以便添加到所选的材料中。

4. 废料分组

利用分组工具可为相同工位的废料指定颜色, 有利于后续步骤中进行查看。

(1) 将【类型】(Type) 设置为【分组】(Grouping)。

(2) 在图形窗口中选择需要更改颜色的废料。

(3) 选择【选择颜色】(Select Color) 选项对应的颜色块, 从弹出的【颜色】(Color) 对话框中指定一种颜色, 单击【确定】按钮。

(4) 弹出【废料设计】(Scrap Design) 对话框, 再单击【应用】按钮, 即可修改选中废料的颜色。

2.2.4 条料排样

【条料排样】(Strip Layout) 工具可以设置具体的工位数, 指定废料在哪个工位完成冲裁, 将中间工步安排到具体的工位, 最终通过仿真冲裁产生 3D 条料, 这样设计师就可以获得直观的料带, 便于检查工艺。

由于【条料排样】(Strip Layout) 工具能够保持中间工步与原始钣金零件间的关联性, 可以在模具设计过程中对钣金零件进行设计变更, 使得关联的中间工步也将自动更新。另外, 即使移除了仿真结果, 也不会删除中间工步的关联性。

1. 使用方法


(1) 在【主要】组中, 单击【条料排样】(Strip Layout) 图标, 弹出【条料排样导航器】(Strip Layout Navigator) 对话框, 如图 2-41 所示。



图 2-41 条料排样导航器

(2) 在【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 组中, 双击【工位号】(Station Number),

输入所需的工步数量。

(3) 右击【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 选项, 选择【创建】(Create) 选项, 软件将会创建如图 2-42 所示条料, 注意观察【条料排样导航器】(Strip Layout Navigator) 的变化。现在每个工步都有一个节点与之对应, 如果设计废料时已经指定废料的工位, 那么现在废料就会被自动放置在对应的工位上。未指定工位的废料, 均放置于【未处理的】(Unprocessed) 节点下, 【中间体】(Intermediate Body) 节点和【中间部件】(Intermediate Part) 节点分别用于存放中间工步实体或者中间工步部件。

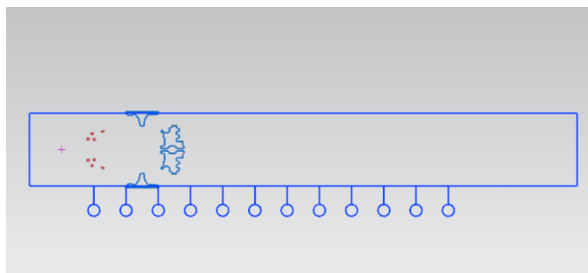


图 2-42 需要指定废料工位的条料

(4) 如果需要移动某块废料, 则在【条料排样导航器】(Strip Layout Navigator) 中直接将其拖动到目标工位, 而且可以一次移动多块废料, 也可以使用另一种方式移动废料, 在需要移动的废料对应的选项上右击, 选择【上移】(Move Up) 或【下移】(Move Down) 命令, 选择需要移动的工位数即可。

(5) 如果需要改变条料送给方向, 则双击【进给方向】(Feeding Direction) 节点, 修改其数值, “0”代表从左向右(默认方向), “1”表示从右到左。

(6) 如需要修改条料的步距和宽度, 可双击【步距】(Pitch) 或【宽度】(Width) 节点, 修改其数值, 然后右击【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 选项, 选择【更新】(Update) 选项即可。

(7) 插入中间工步

① 如果中间工步是由包含原始钣金零件的实体来定义的, 可使用【中间体】(Intermediate Body) 选项。

② 如果中间工步是由装配来管理的, 那么右击【中间部件】(Intermediate Part) 选项, 在打开的文件选择框中选择中间工步装配文件, 单击【OK】按钮, 即可载入中间工步; 如果已经定义中间工步的工位, 则它们会移动到相应的工位上, 否则, 应逐个移动到相应的工位。

(8) 如需要插入空工位, 可在需要插入工位的前一个工位上右击, 选择【插入空闲工位, 晚于】(Insert Idle Station After); 在空工位的前一个工位上右击中间工步, 选择【复制】(Copy) 选项, 右击空工位, 选择【粘贴】(Paste) 选项。

(9) 如需要删除某工位, 在该工位上右击, 选择【删除】(Delete) 选项即可。

(10) 在完成工步定义后, 如图 2-43 所示, 则开始条料仿真。右击【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 节点, 选择【仿真冲裁】(Simulate Piercing) 选项, 设定开始冲裁的工位以及结束冲裁的工位, 单击【确定】按钮, 此时软件将会依据设定仿真出一条条料, 如图 2-44 所示。

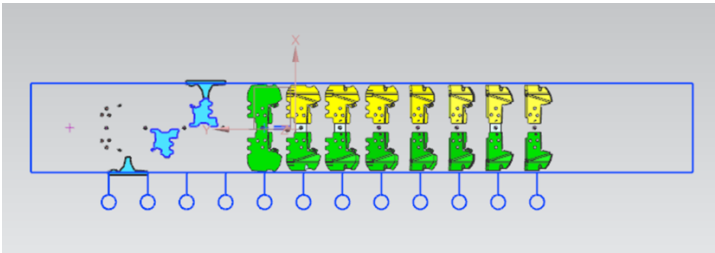


图 2-43 完成工步定义

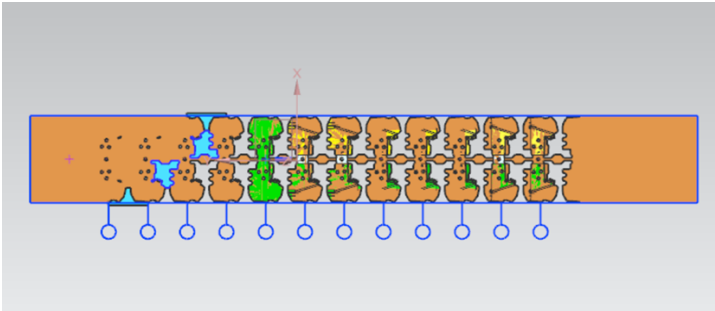


图 2-44 仿真冲裁

(11) 如需要移除覆盖在中间工步上的毛坯材料，右击【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 节点，选择【移除毛坯材料】(Remove Blank Material) 选项，设定开始移除毛坯材料的工位和结束移除毛坯材料的工位，单击【确定】按钮，即可移除重叠于工步部件的毛坯材料，如图 2-45 所示。

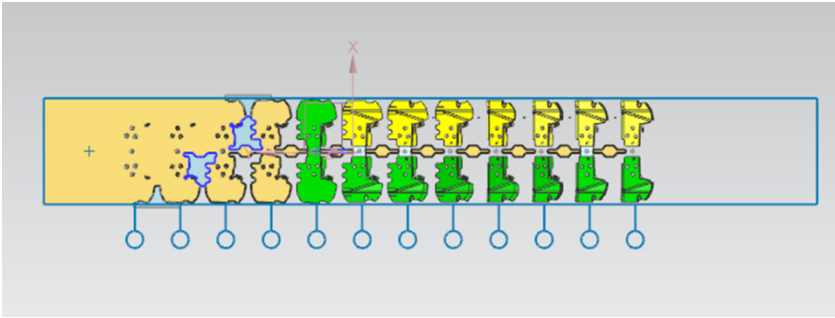


图 2-45 去除毛坯材料示意图

(12) 如发现条料仿真有误，可右击【条料排样定义】选项，单击【清除仿真】(Clear Simulation) 选项，即可重新制作仿真。

2. 参数说明

表 2-3 是【条料排样导航器】(Strip Layout Navigator) 中相关节点的说明。

表 2-3 条料排样导航器节点说明

| 节 点 | 说 明 |
|--|----------------|
| 【条料设计中心】 (Strip Layout Design Center) | 作为条料排样导航器的顶层节点 |

续表

| 节 点 | 说 明 |
|---------------------------------------|--|
| 【条料排样定义】 (Strip Layout Definition) | 本节点用于指定条料的参数，它包含了 4 个子节点 |
| 【未处理】 (Unprocessed) | 在创建条料后将出现本节点，本节点下的废料、中间工步实体和中间工步部件均可插入到条料中 |
| 【工位】 (Station) | 在创建条料后将出现本节点，可在此节点上单击右键，移动废料到其他工位 |

在【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 节点上右击，弹出如图 2-46 所示菜单，表 2-4 列出了对此菜单相关选项的说明。

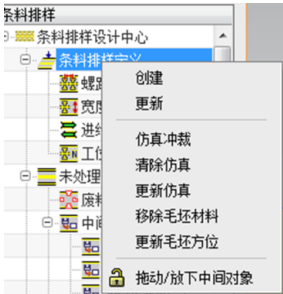


图 2-46 条料排样定义

表 2-4 条料排样定义节点的操作选项说明

| 选 项 | 说 明 |
|---|---|
| 【创建】 (Create) | 创建初始化的条料排样，如果在废料设计时已经指定其所在的工位，那么废料将放置到指定的工位 |
| 【更新】 (Update) | 在毛坯发生改变，废料发生变化，或在修改了步距和条料宽度后，可以使用本选项进行更新 |
| 【仿真冲裁】 (Simulate Piercing) | 系统将废料进行拉伸获得实体，然后和条料进行布尔运算，从而获得实体效果的条料 |
| 【清除仿真】 (Clear Simulation) | 删除仿真冲裁的结果 |
| 【更新仿真】 (Update Simulation) | 在废料的形状、位置发生变化后，可使用本选项进行更新 |
| 【移除毛坯材料】 (Remove Blank Material) | 移除中间工步所在工位的多余材料，这样可以创建更贴近现实的条料 |
| 【更新毛坯方位】 (Update Blank Orientation) | 当用户在毛坯布局中将毛坯翻转后，可使用本选项更新条料中毛坯方位 |
| 【拖动/放下中间对象】 (Drag/Drop Intermediate) | 可以锁定或者解锁拖动中间工步的操作，一旦锁定，那么将不可以拖动中间工步 |

在工位节点上右击，将弹出如图 2-47 所示菜单，表 2-5 列出了对相关选项的说明。
在工艺节点上右击，将弹出如图 2-48 所示菜单，表 2-6 列出了对相关选项的说明。
在中间工步节点上右击，弹出如图 2-49 所示菜单，表 2-7 列出了对相关选项的说明。

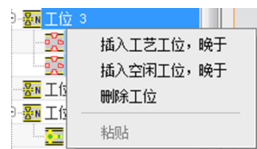


图 2-47 工位节点



图 2-48 工艺节点

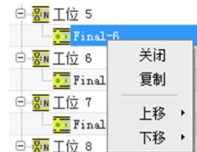


图 2-49 中间工步节点

表 2-5 工位节点操作选项说明

| 选 项 | 说 明 |
|--|--|
| 【插入空闲工位, 晚于】 (Insert Process Station After) | 在所选工位的后面插入新的工艺工位, 软件将把所选工位的中间工步复制到新工位 |
| 【插入空闲工位, 早于】 (Insert Idle Station After) | 在所选工位的后面插入新的空闲工位, 由于这个工位是空的, 没有任何中间工步, 所以可以复制想要的中间工步到此工位 |
| 【删除工位】 (Delete Station) | 删除当前的工位 |
| 【粘贴】 (Paste) | 将此前复制的中间工步粘贴到此工位 |

表 2-6 工艺节点的操作选项说明

| 选 项 | 说 明 |
|---------------------|--|
| 【上移】 (Move Up) | 将所选的废料或中间工步在当前工位的基础上, 再向上移动指定的工位数, 以便将其移动到合适的工位上 |
| 【下移】 (Move Down) | 将所选的废料或中间工步在当前工位的基础上, 再向下移动指定的工位数, 以便将其移动到合适的工位上 |

表 2-7 中间工步节点的操作选项说明


| 选 项 | 说 明 |
|-------------|--------------------|
| 【关闭】(Close) | 关闭当前工步, 这样它将从条料中消失 |
| 【复制】(Copy) | 将当前工步复制一份, 以便于粘贴 |

2.3 案例分析

2.3.1 案例 2-1：条料排样

打开 case01\002_intermediate_stage\result\文件夹中的 case01.prt, 此装配文件为上案例中完成的中间工步文件。


1. 初始化项目


(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 组中的【初始化项目】(Initialize Project) 图标, 弹出【初始化项目】(Initialize Project) 对话框。

(2) 确认【钣金件】列表内的文件为本步骤所需的 case01.prt, 其他选项为默认, 单击【确定】按钮, 即完成初始化操作, 注意【装配导航器】内的变化 (prj_control_xxx 内的 xxx 为

随机的三位数字), 如图 2-50 所示。

2. 生成毛坯

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 组中的【毛坯生成器】(Blank Generator) 图标, 弹出【毛坯生成器】(Blank Generator) 对话框。

(2) 单击【创建】(Create) 组中的【导入毛坯部件】(Import Blank Part) 图标, 弹出文件对话框, 选择 Final-4 部件, 单击【确定】按钮, 此时 Final-4 将会被显示。

(3) 选择【选择固定面】(Select a Stationary Face) 选项, 在图形窗口中选择如图 2-51 所示面 (注意坐标轴方向, Z 轴向下), 单击【确定】按钮。

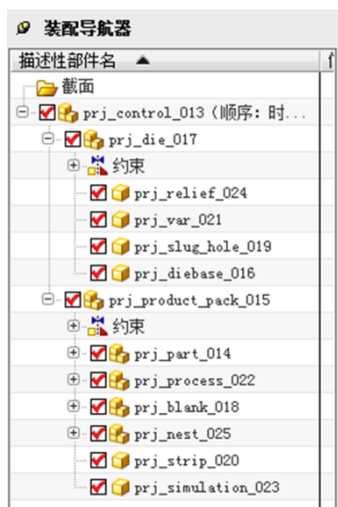


图 2-50 初始化项目

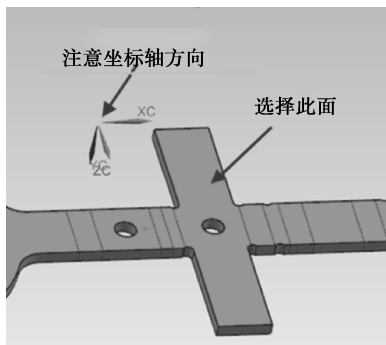



图 2-51 选择固定示意图

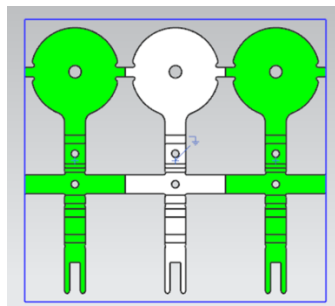
3. 毛坯布局

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 组中的【毛坯布局】(Blank Layout) 图标, 弹出【毛坯布局】(Blank Layout) 对话框。

(2) 在【放置】(Placement) 组中, 将【旋转】(Rotate) 选项设置为 90 度, 其余选项为默认, 如图 2-52 (a) 所示, 单击【确定】按钮, 效果如图 2-52 (b) 所示。



(a)




(b)


图 2-52 毛坯布局示意图

4. 废料设计

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 组中

的【废料设计】(Scrap Design) 图标, 弹出【毛坯布局】(Blank Layout) 对话框。

(2) 设置类型为【创建】(Create), 单击【方法】(Method) 组中的【孔边界】(Hole Boundary) 图标, 单击【应用】按钮, 此时程序将会在毛坯的所有孔处各创建一废料。

(3) 设置类型为【编辑】(Edit), 单击【编辑】组内【删除】(Delete) 图标, 选择如图 2-53 所示废料, 单击【应用】按钮。

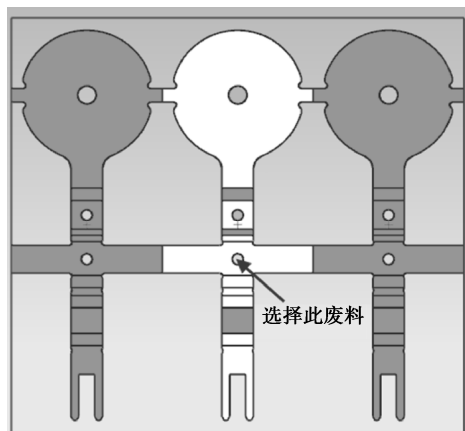




图 2-53 删除废料示意图

(4) 设置类型为【创建】，单击【方法】组中的【毛坯边界+曲线】(Blank Boundary+Sketch) 图标, 单击【选择曲线】(Select Curve) 选项对应的【绘制截面】 图标, 在毛坯处创建一个草图, 绘制出如图 2-54 (a) 所示曲线 (下面如无说明则在毛坯图左侧绘制曲线), 单击【主页】选项卡中的【完成】图标, 弹出【废料设计】对话框, 单击【应用】按钮, 软件会自动创建一块废料, 如图 2-54 (b) 所示。

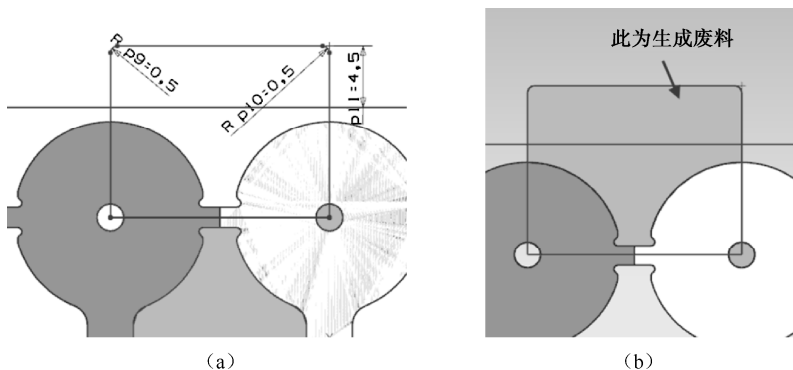




图 2-54 创建废料示意图 (1)

(5) 重复上述步骤, 分别创建草图, 然后分别绘制如图 2-55 所示曲线, 再分别创建废料, 效果图如图 2-56 所示。

(6) 单击【方法】组中的【毛坯边界+曲线】图标, 在图形窗口中选择如图 2-57 (a) 所示轮廓, 单击【应用】按钮, 效果如图 2-57 (b) 所示。

(7) 单击【方法】组中的【封闭曲线】(Closed Curves) 图标, 单击【选择曲线】选项旁边的【绘制曲面】图标, 弹出【创建草图】对话框, 在步骤 (4) 中创建的废料处创建一

个草图，绘制一个如图 2-58 所示的圆，单击【完成】图标，弹出【废料设计】对话框，单击【应用】按钮，此时系统将会在刚刚的圆处生成一个导正孔废料。

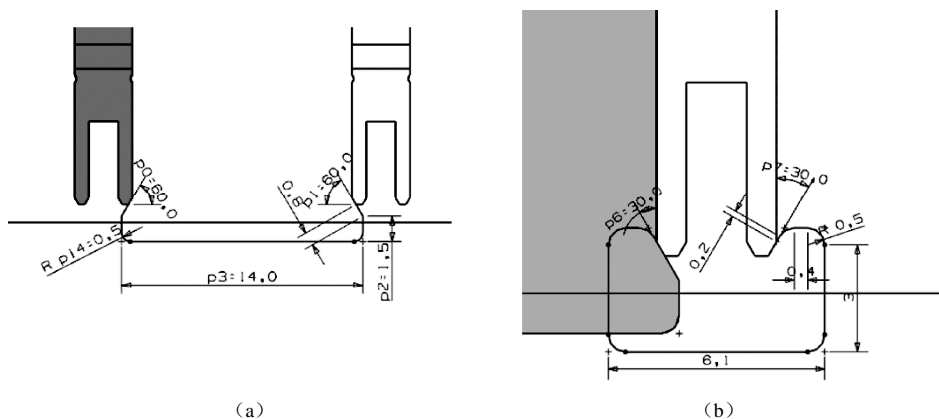


图 2-55 创建草图示意图

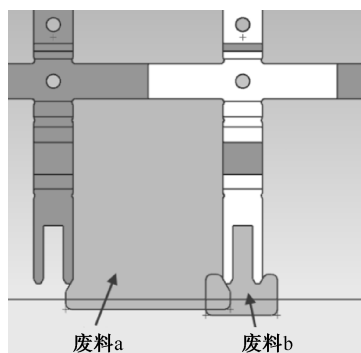


图 2-56 完成示意图

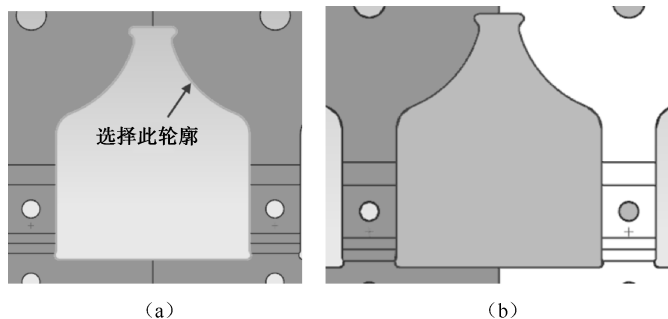


图 2-57 废料示意图 (2)

(8) 单击【方法】组中的【封闭曲线】图标，选择图 2-53 中被删除废料的孔曲线，单击【应用】按钮，此时软件将会在此孔中创建一个导正孔废料，本步所有结果如图 2-59 所示。

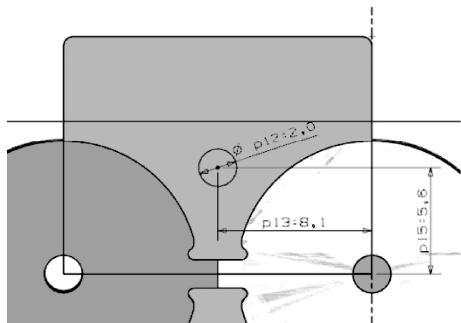


图 2-58 导正孔草图示意图

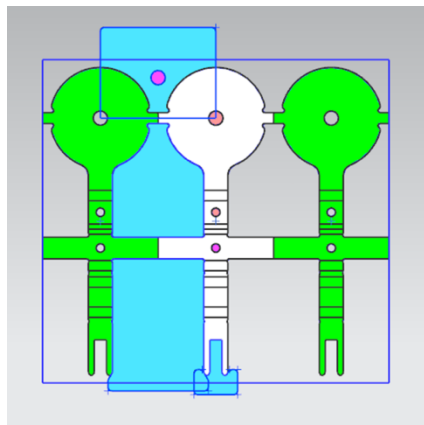



图 2-59 废料设计示意图

5. 条料排样

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 组中的【条料排样】(Strip Layout) 图标 , 此时软件将会进入排样模式。

(2) 在图形窗口的左侧的【条料排样】窗口中, 将【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 选项内的【工位号】(Station Number) 选项设置为 8, 其余选项为默认, 右击【条料排样定义】选项, 选择【创建】(Create) 选项, 此时软件将会创建一个条料排样仿真, 如图 2-60 所示。

(3) 在【条料排样】窗口中, 拖动位于工位 1 的部分废料 (SCRAP_前缀的选项) 到如图 2-61 所示相应工位。

(4) 在【条料排样】窗口中, 右击【中间部件】(Intermediate Part) 选项, 选择【打开】(Open) 选项, 弹出文件对话框; 选择创建中间工步时所使用的装配文件 (XXX_top.prt, 此处为 case01_top.prt), 单击【OK】按钮。

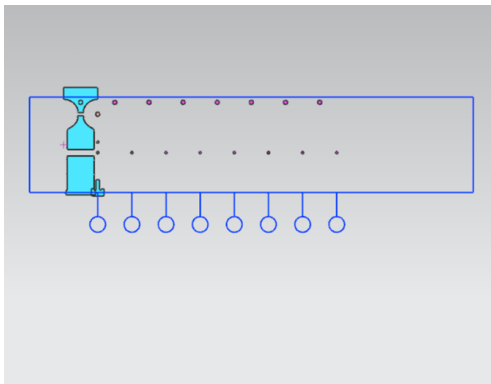


图 2-60 创建条料排样

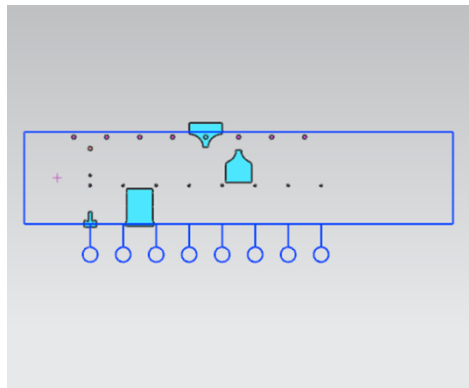


图 2-61 废料放置示意图

(5) 在【条料排样】窗口中, 将对应的工步部件 (Final-x 文件) 拖到相应的工位, 如图 2-62 所示。

(6) 右击【条料排样定义】选项, 单击【仿真冲裁】(Simulate Piercing) 选项, 弹出【条料排样设计】(Strip Layout Design) 对话框; 将【起始工位】(From Station) 设置为 2, 【终止工位】(To Station) 设置为 8, 单击【确定】按钮, 此时软件将会进行仿真冲裁, 如图 2-63 所示。

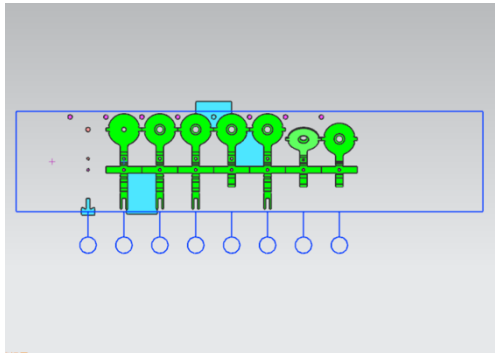


图 2-62 工步部件的配置

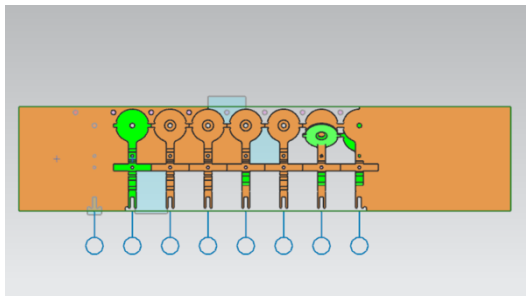


图 2-63 仿真冲裁示意图

(7) 但此时仿真并不完善, 因此再次右击【条料排样定义】选项, 选择【去除毛坯材料】(Remove Blank Material) 选项, 弹出【条料排样设计】对话框; 将【起始工位】设置为 2, 【终止工位】设置为 8, 单击【确定】按钮, 此时软件将会对重复的毛坯材料进行移除, 效果如图 2-64 (a) 所示; 然后删除图 2-64 (a) 中所示体, 最终完成效果如图 2-64 (b) 所示。

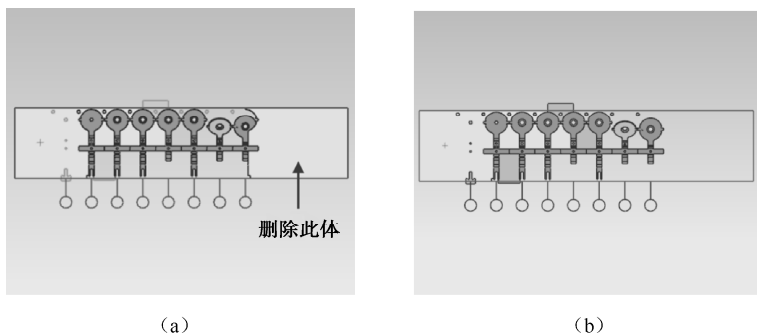



图 2-64 最终步骤示意图

2.3.2 案例 2-2：条料排样


打开 case02\002_intermediate_stage\result\文件夹中的 fr_case01_stp.prt, 此装配文件为上案例中完成的中间工文件。


1. 初始化项目

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 组中的【初始化项目】(Initialize Project) 图标, 弹出【初始化项目】(Initialize Project) 对话框。

(2) 检查所有选项是否设置正确, 单击【确定】按钮, 即完成初始化操作, 注意【装配导航器】内的变化 (prj_control_xxx 内的 xxx 为随机的三位数字), 如图 2-65 所示。


2. 生成毛坯

(1) 在【级进模向导】选项卡中, 单击【主要】组中的【毛坯生成器】(Blank Generator) 图标, 弹出【毛坯生成器】(Blank Generator) 对话框。

(2) 单击【创建】(Create) 组中的【导入毛坯部件】(Import Blank Part) 图标, 弹出文件对话框, 选择 Final-6 部件, 单击【确定】按钮, 此时 Final-6 将会被显示。


(3) 选择【选择固定面】(Select a Stationary Face) 选项, 在图形窗口中选择如图 2-66 所示面 (注意坐标轴方向, Z 轴向上), 单击【确定】按钮。

3. 毛坯布局


(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 组中的【毛坯布局】(Blank Layout) 图标, 弹出【毛坯布局】(Blank Layout) 对话框。

(2) 在【放置】(Placement) 组中, 将【螺距】选项设置为 170, 【宽度】选项设置为 385, 其余选项为默认, 如图 2-67 (a) 所示, 单击【确定】按钮, 效果如图 2-67 (b) 所示。

4. 废料设计

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 组中的【废料设计】(Scrap Design) 图标, 弹出【废料设计】(Scrap Design) 对话框。

(2) 设置类型为【创建】(Create), 单击【方法】(Method) 组中的【孔边界】(Hole

(5) 单击【方法】(Method) 组中的【封闭曲线】(Closed Curves) 图标，在图形窗口中选择如图 2-70 所示圆形曲线，展开【设置】(Setting) 组，将【废料类型】(Scrap Type) 设置为【导正孔】(Piloting)，单击【应用】按钮，将会创建一个导正孔废料。

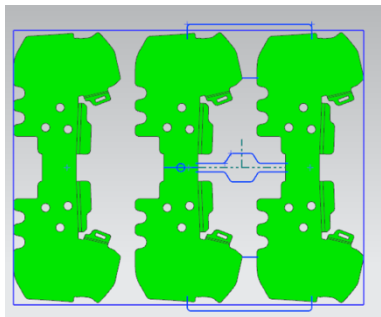


图 2-69 草图绘制完成图

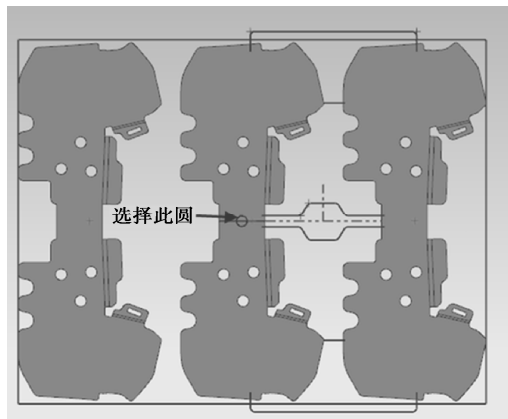

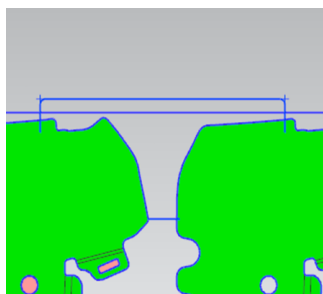
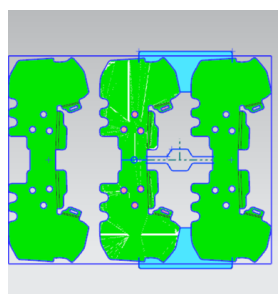


图 2-70 导正孔曲线示意图

(6) 单击【方法】(Method) 组中的【毛坯边界+曲线】(Blank Boundary+Sketch) 图标，在图形窗口中选择如图 2-71 (a) 所示曲线，单击【应用】按钮，然后重复本步骤，选择毛坯下方的镜像曲线创建一个废料，效果如图 2-71 (b) 所示。



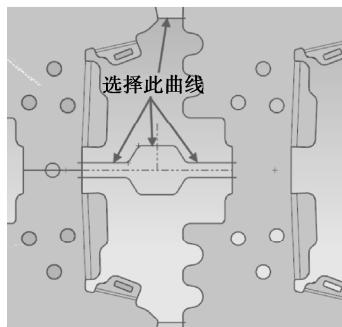
(a)



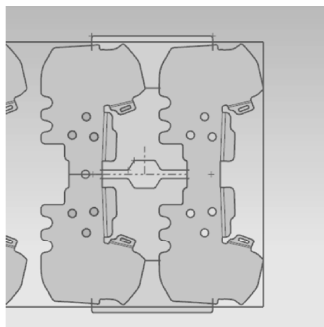
(b)

图 2-71 创建废料示意图 1

(7) 与上个步骤相似，分别选择如图 2-72 (a) 所示曲线及其对称曲线并创建废料，效果如图 2-72 (b) 所示。




(a)



(b)

图 2-72 创建废料示意图 2

(8) 设置类型为【附件】(Add-on), 单击【附件】(Add-on) 组中的【重叠】(Overlap) 图标, 在图形窗口中选择如图 2-73(a) 所示面, 选择【选择废料的边】(Select Edge of Scrap) 选项, 在图形窗口中选择如图 2-73(a) 所示曲线, 将【重叠宽度】(Overlap Width) 选项设置为 2, 单击【应用】按钮, 将会创建一个重叠废料, 然后对与另一边的对称废料重复本步骤, 效果如图 2-73(b) 所示。

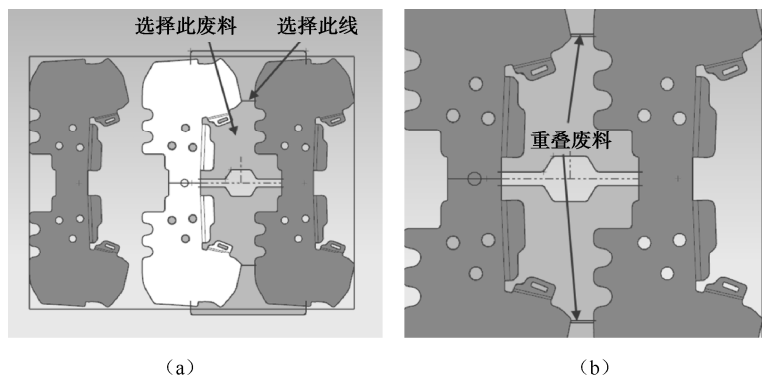



图 2-73 创建重叠废料示意图

(9) 单击【附件】(Add-on) 组中的【过切】(Overcut) 图标, 将下面的 A、B、H、R 分别设置为 1.0、1.7、0.8、0.8, 如图 2-74(a) 所示, 分别选择如图 2-74(b) 所示曲线, 单击【应用】按钮。

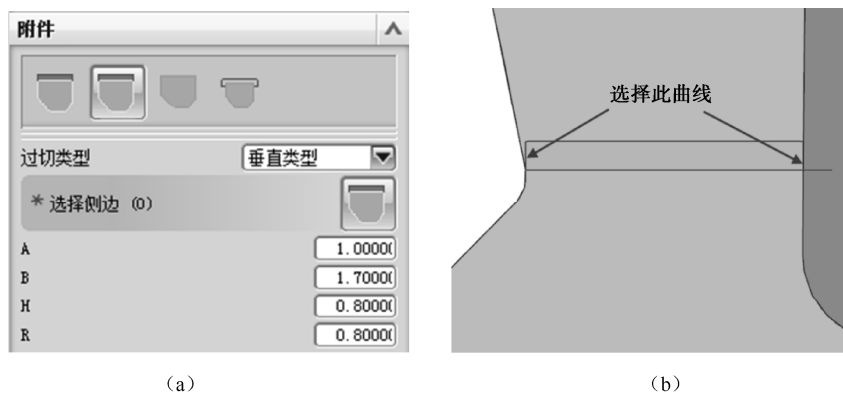


图 2-74 过切示意图

(10) 重复上一个步骤, 对与该废料对称的另一边重叠废料进行过切设计操作, 效果分别如图 2-75(a)、(b) 所示。

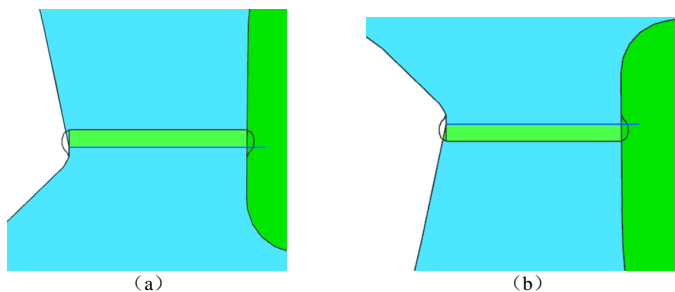


图 2-75 过切效果图

5. 条料排样

(1) 创建条料仿真

① 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 组中的【条料排样】(Strip Layout) 图标, 此时软件将会进入排样模式。

② 在图形窗口的左侧的【条料排样】(Strip Layout) 窗口中, 将【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 选项内的【工位号】(Station Number) 选项设置为 12, 其余选项为默认, 右击【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 选项, 选择【创建】(Create) 选项, 此时软件将会创建一个条料排样仿真, 如图 2-76 所示。

③ 在【条料排样】(Strip Layout) 窗口中, 拖动位于工位 1 的部分废料 (SCRAP_前缀的选项) 到如图 2-77 所示相应工位。

④ 在【条料排样】(Strip Layout) 窗口中, 右击【中间部件】(Intermediate Part) 选项, 选择【打开】(Open) 选项, 弹出文件对话框; 选择创建中间工步时所使用的装配文件 (XXX_top.prt, 此处为 fr_case01_stp_top.prt), 单击【OK】按钮。

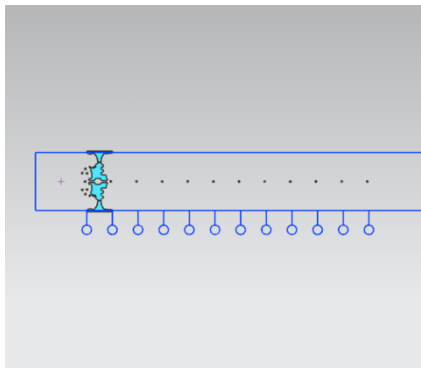


图 2-76 创建条料排样

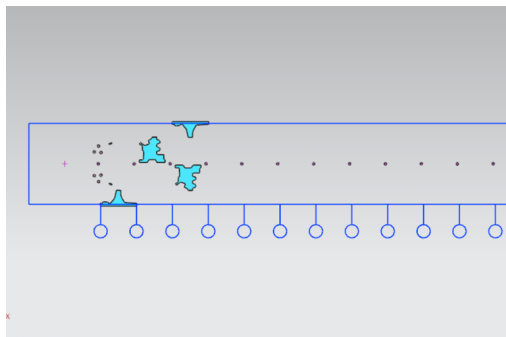



图 2-77 废料放置示意图

⑤ 在【条料排样】(Strip Layout) 窗口中, 将对应的工步部件 (Final-x 文件) 拖到相应的工位, 然后右击【工位 11】(Station 11) 内的【Final】部件, 选择【复制】(Copy) 选项; 右击【工位 12】(Station 12), 选择【粘贴】(Paste) 选项, 使 Final 部件复制到工位 12, 如图 2-78 所示。


⑥ 右击【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 选项, 选择【去除毛坯材料】(Remove Blank Material) 选项, 弹出【条料排样设计】(Strip Layout Design) 对话框; 将【起始工位】(From Station) 设置为 5, 【终止工位】(To Station) 设置为 12, 单击【确定】按钮。

⑦ 右击【条料排样定义】(Strip Layout Definition) 选项, 选择【仿真冲裁】(Simulate Piercing) 选项, 弹出【条料排样设计】(Strip Layout Design) 对话框; 将【起始工位】(From Station) 设置为 1, 【终止工位】(To Station) 设置为 12, 单击【确定】按钮, 此时软件将会进行仿真冲裁, 完成后请将右侧未删除的毛坯材料删除, 如图 2-79 所示。

(2) 细节微调 1

① 在【应用模块】(Application) 选项卡中, 单击【钣金】(Sheet Metal) 图标, 使软件进入钣金模式。

② 在【主页】(Home) 选项卡, 单击【基本】(Basic) 库中的【转换】(Convert) 图标,

弹出菜单, 选择【转换为钣金】(Convert to Sheet Metal) 选项 , 弹出【转换为钣金】对话框。

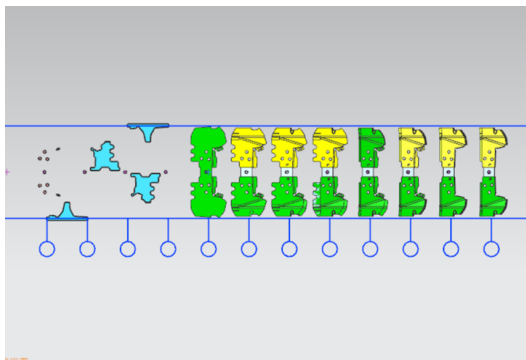


图 2-78 工步部件的配置

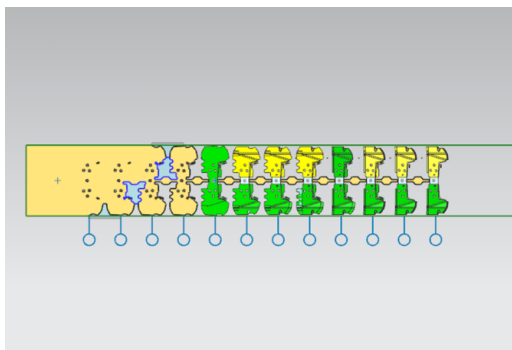


图 2-79 仿真冲裁示意图

③ 在图形窗口中选择第五工位旁边的毛坯材料面, 如图 2-80 所示, 单击【确定】按钮, 此时此材料将会转换为钣金。

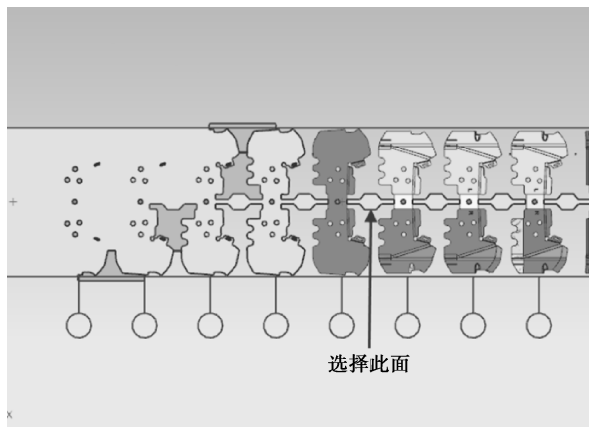




图 2-80 绘制曲线示意图

④ 在【主页】选项卡中, 单击【直接草图】(Direct Sketch) 库中【草图】(Sketch) 图标 , 弹出【创建草图】(Create Sketch) 对话框, 在图形窗口中选择上步骤中选择的毛坯材料, 单击【确定】按钮, 绘制如图 2-81 所示曲线, 单击【完成】图标 。

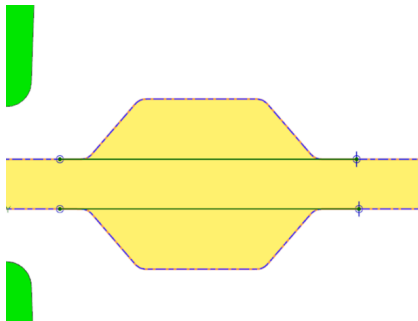






图 2-81 绘制草图示意图

⑤ 双击激活上步骤中选择的毛坯材料，在【主页】(Home) 选项卡中，选择【折弯】(Bend) 库中的【更多】(More) 选项，弹出菜单，选择【折弯】(Bend) 库中的【折弯】 选项，弹出【折弯】(Bend) 对话框。

⑥ 在图形窗口中选择步骤④中绘制的曲线中的其中一条，将【折弯属性】(Bend Properties) 组中的【角度】(Angle) 选项设置为 60 度，然后通过选择【反向】(Reverse Direction) 选项和【反侧】(Reverse Side) 选项来调整，调整效果如图 2-82 (a) 所示，单击【应用】按钮，重复本步骤对另一条曲线进行折弯操作，效果如图 2-82 (b) 所示。

⑦ 在【应用模块】(Application) 选项卡中，单击【建模】(Modeling) 图标，使软件进入建模模式，然后单击旁边的【装配】(Assemblies) 图标，确保其处于激活状态。

⑧ 在图形窗口中将第 6 工位至 11 工位的右侧连接材料全部删除，如图 2-83 所示。

⑨ 在【工具】(Tools) 选项卡中，单击【移动对象】(Move Object) 图标，弹出【移动对象】对话框。

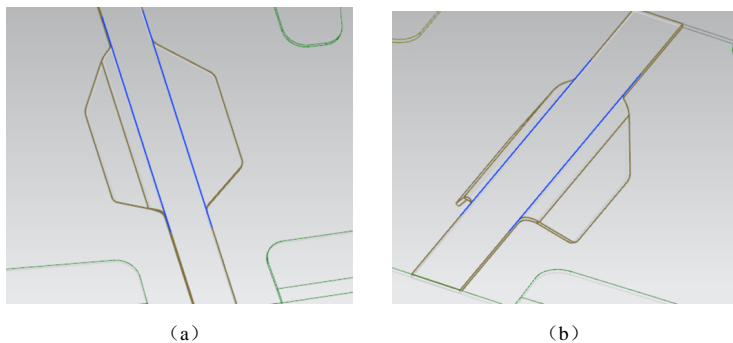


图 2-82 折弯示意图

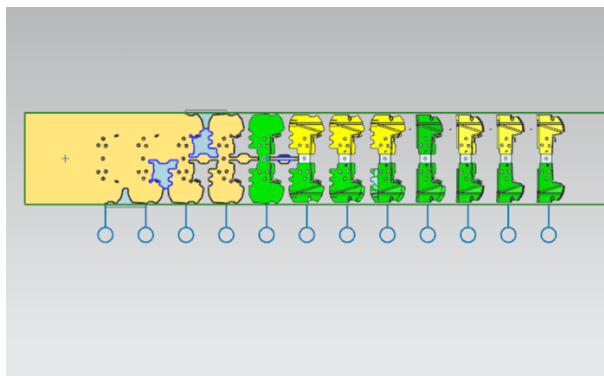


图 2-83 删除毛坯材料

⑩ 在图形窗口中选择步骤⑥中处理过的废料，将【变换】(Transform) 组中的【运动】(Motion) 选项设置为【距离】(Distance)，【距离】选项设置为 170mm (仅供参考，如达不到下图的效果可自行微调)，指定矢量为 X 轴；点选【结果】(Result) 组中【复制原先的】(Copy Original) 选项，将【非关联副本数】(Number of Non-associative Copies) 选项设置为 5，单击【应用】按钮，效果如图 2-84 所示。

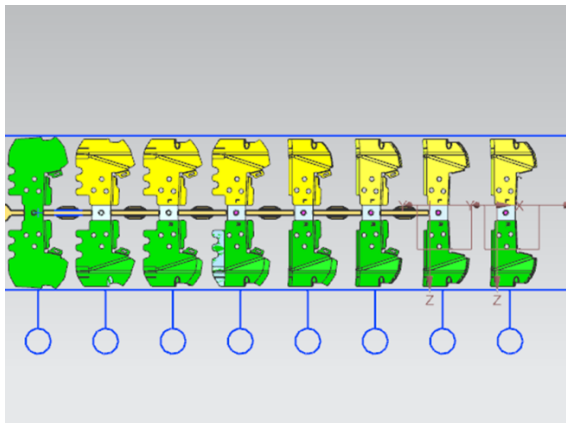


图 2-84 复制对象

(3) 细节微调 2

① 双击最后一个工位的部件使其处于激活状态，右击整个部件，弹出菜单，选择【设为唯一】(Make Unique) 选项，弹出【设为唯一】(Make Unique) 对话框，选择【名称独特部件】(Name Unique Parts) 选项，自行改变【名称】(Name) 内的文件名，例如“Final_11.prt”，其他选项保持默认，单击【确定】按钮，此时最后一个部件将独立为一个文件。

② 将如图 2-85 (a) 所示第 8、9、10 工位的中间连接部分删除，效果如图 2-85 (b) 所示。

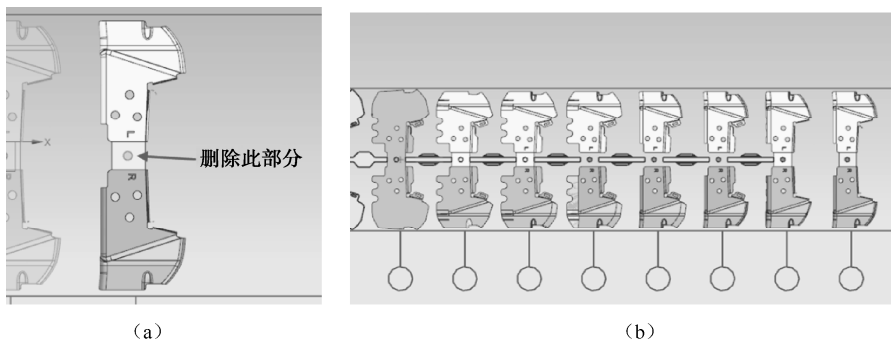



图 2-85 删除示意图

③ 在【装配】(Assemblies) 选项卡中，单击【组件设置】(Component Position) 组中的【移动配件】(Move Component) 图标 ，弹出【移动组件】对话框。

④ 选择第 11 工步中的部件，将【变换】(Motion) 组中【运动】选项设置为【角度】(Angle)，选择【指定矢量】(Specify Vector) 选项，在图形窗口中选择如图 2-86 所示矢量（注意方向），选择【指定轴点】(Specify Axis Point) 选项，在图形窗口中选择如图 2-86 所示轴点。

⑤ 单击【角度】(Angle) 选项中的下箭头图标，选择【测量】(Measure) 选项，依次选择如图 2-87 (a) 所示面，单击【确定】按钮，此时部件将会旋转至与左方废料平行的角度，如图 2-87 (b) 所示，单击【确定】按钮，重复上述操作，使第 12 工位的部件旋转至同一位置。

⑥ 在【主页】(Home) 选项卡中，单击【特征】(Feature) 库中的【拉伸】(Extrude) 图标，弹出【拉伸】对话框。

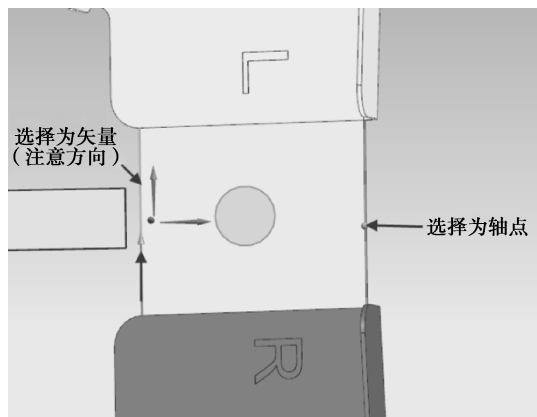


图 2-86 选择示意图

⑦ 将过滤器设置为【面的边】(Face Edges), 在图形窗口中选择第 8 工位右侧废料中如图 2-88 (a) 所示的面, 在【限制】(Limits) 组中, 将【结束】(End) 选项设置为【直至下一个】(Until Next), 单击【确定】按钮, 效果如图 2-88 (b) 所示。

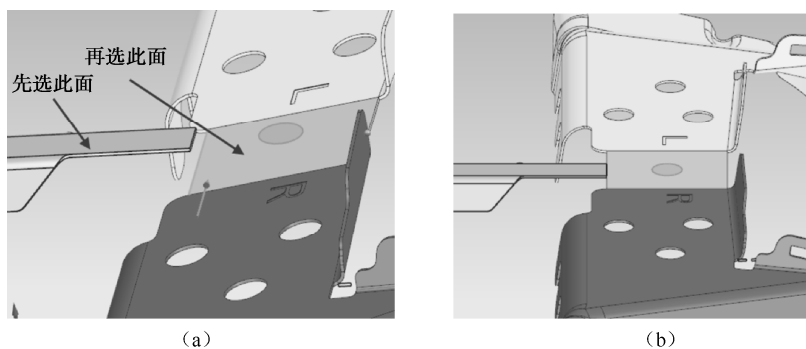


图 2-87 旋转示意图

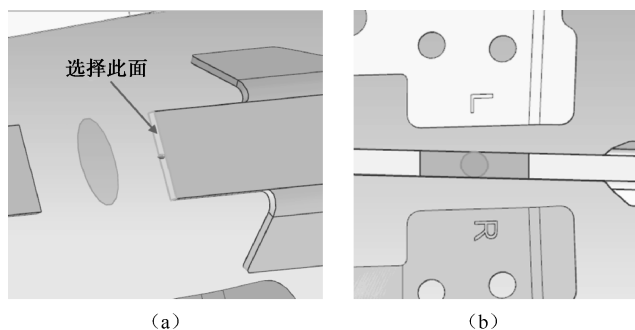


图 2-88 拉伸示意图

⑧ 在【曲面】(Surface) 选项卡中, 单击【曲面】库中的【通过曲线组】(Through Curves) 图标 , 弹出【通过曲线组】对话框。

⑨ 将位于【菜单】(Menu) 图标旁边的【选择范围】(Selection Scope) 过滤器设置为【整个装配】(Entire Assembly), 【曲线规则】(Curve Rule) 过滤器设置为【单条曲线】(Single Curve), 选择【截面】(Sections) 组中的【通过曲线或点】(Select Curve or Point) 选项, 在

图形窗口中选择如图 2-89 (a) 所示线 1，单击鼠标中键，然后在图形窗口中选择如图 2-89 (a) 所示线 2，单击鼠标中键。

⑩ 在【连续性】(Continuity) 组中，将【第一截面】(First Section) 的选项设置为【G1 (相切)】(Tangent)，此时此选项下方会弹出【选择面】(Select Face) 选项，选择它并在图形窗口中选择如图 2-89 (a) 所示面 1，将【最后截面】(Last Section) 选项设置为【G1 (相切)】，此时此选项下方会弹出【选择面】选项，选它并在图形窗口中选择如图 2-89 (a) 所示面 2，单击【应用】按钮，此时软件将会创建一个曲面，重复上述操作在另一侧创建一个相同的曲面，如图 2-89 (b) 所示。

⑪ 在【主页】(Home) 选项卡中，单击【特征】(Feature) 库中的【更多】(More) 选项，弹出菜单，单击【加厚】(Thicken) 图标 ，弹出【加厚】(Thicken) 对话框。

⑫ 在【厚度】(Thickness) 组中，将【偏置 1】(Offset 1) 选项设置为 0.9mm，【偏置 2】(Offset 2) 选项设置为 0mm，在图形窗口中选择上步骤中创建的曲面中的其中一个 (方向为向下，如不对应则选择【反向】(Reverse Direction) 选项)，单击【应用】按钮，再在图形窗口中选择刚才未被选择的曲面，单击【应用】按钮，此步骤将会把两个曲面加厚，如图 2-90 所示。

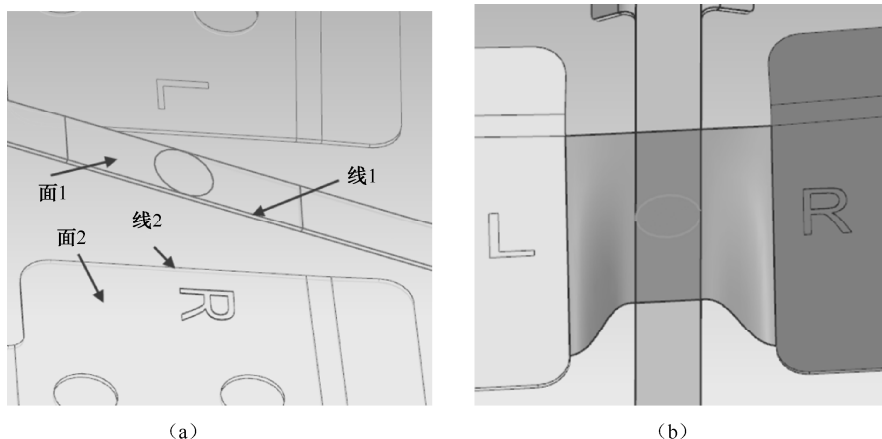


图 2-89 曲线网格示意图

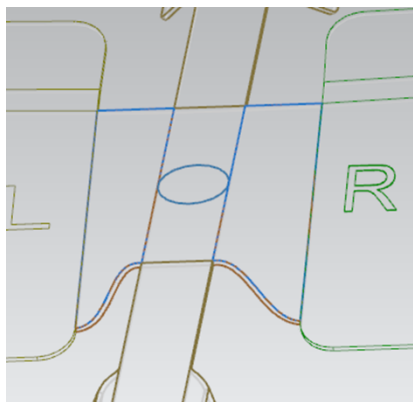



图 2-90 加厚示意图

⑬ 在【主页】(Main) 选项卡中, 单击【特征】(Feature) 库中的【求和】(Unite) 图标  , 弹出【求和】(Unite) 对话框, 选中上述步骤中得到的两个曲面以及拉伸面, 单击【确定】按钮, 使它们成为一体。

⑭ 将【类型过滤器】(Type Filter) 设置为【片体】(Sheet Body), 然后在图形窗口中选择上述步骤中创建的两个曲面, 将其移动到 250 图层并隐藏它们, 最后将【类型过滤器】(Type Filter) 还原为【没有选择过滤器】(No Selection Filter) 选项。

⑮ 在【工具】(Tools) 选项卡中, 单击【移动对象】(Move Object) 图标, 弹出【移动对象】(Move Object) 对话框。

⑯ 在图形窗口中选择步骤⑭中获得的求和体, 将【变换】(Transform) 组中的【运动】(Motion) 选项设置为【距离】(Distance), 【距离】(Distance) 选项设置为 170mm (仅供参考, 如达不到下图的效果可自行微调), 指定矢量为 X 轴; 点选【结果】(Result) 组中【复制原先的】(Copy Original) 选项, 将【非关联副本数】(Distance/angle Divisions) 选项设置为 3, 单击【应用】按钮, 效果如图 2-91 所示。

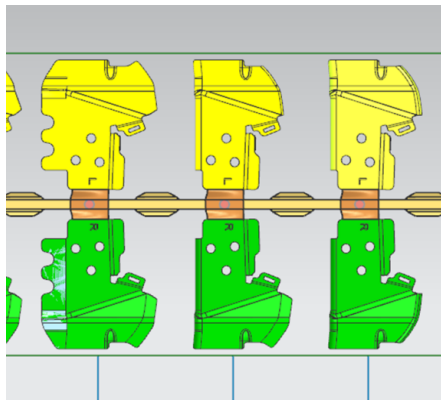


图 2-91 移动对象示意图

⑰ 本例最终效果如图 2-92 所示。

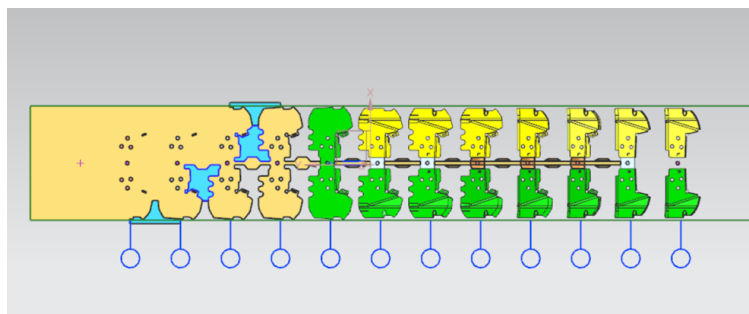


图 2-92 最终效果示意图

本章习题

1. 如图 2-93 所示为手机零件, 如图 2-94 所示为其排样图。试根据零件结构分析其排样,

写出每个工位的名称。

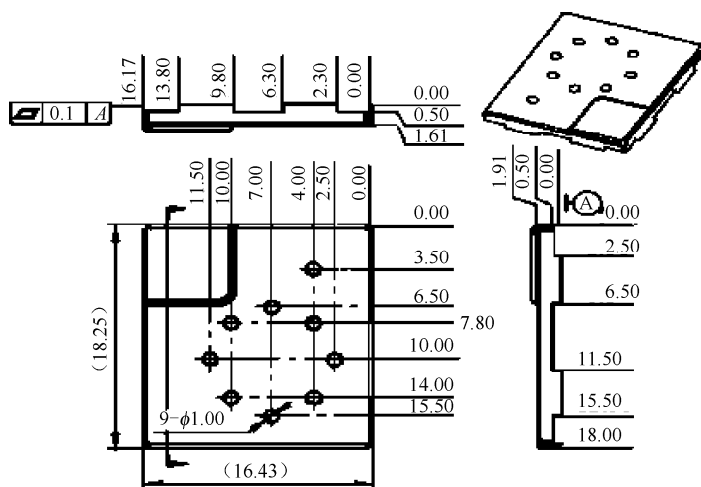


图 2-93 手机零件图 (材料: 镍白铜)

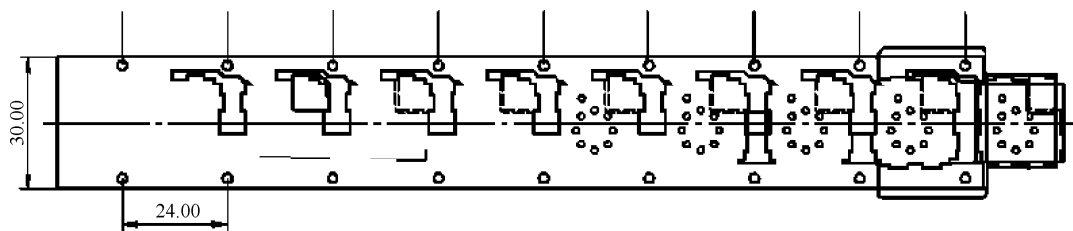


图 2-94 排样图

2. 如图 2-95 所示为电器中的电池接触弹片, 其材料为 H62, 料厚为 0.4mm, 试为该制件多工位级进模设计合理排样。

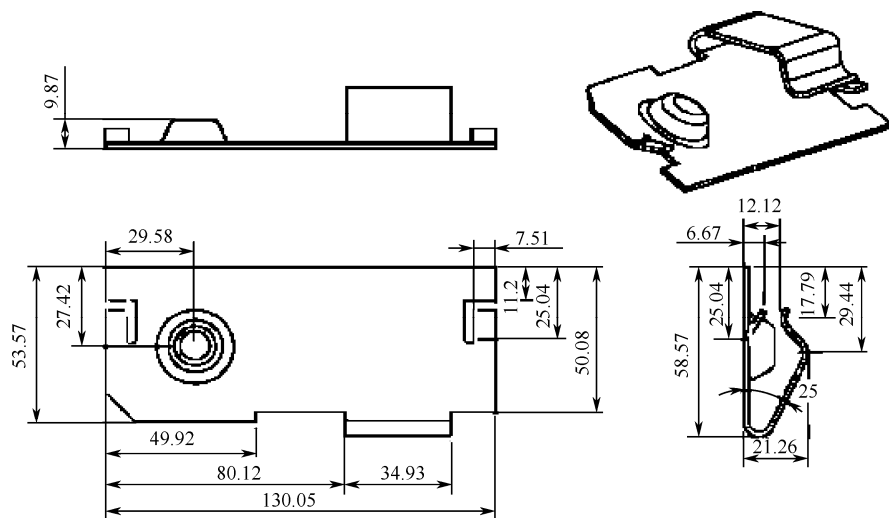


图 2-95 电池接触弹片

第 3 章 多工位级进模冲压力与压力中心计算

冲压力是选择压力机的主要依据，也是设计模具所必需的数据。模具压力中心是指冲压时，冲压力合力的作用点位置。为了确保压力机和模具正常工作，应使冲模的压力中心与压力机滑块的中心相重合。否则，会使冲模和压力机滑块产生偏心载荷，使滑块和导轨间产生过大的磨损，模具导向零件加速磨损，降低模具和压力机的使用寿命。

3.1 理论知识

3.1.1 冲压力计算

在一副多工位级进模中，一般存在多种冲压工艺，比如，冲裁、弯曲、拉深、各种成形工艺等；所以在计算冲压力时，需先分别计算各工艺的冲压力，对于平行力系，冲裁力的合力为各分力的代数和。

3.1.1.1 冲裁力

1. 冲裁力—凸模行程变化

在冲压过程中，冲裁力是不断变化的，如图 3-1 所示为冲裁力—凸模行程曲线。曲线 1 中 *AB* 段相当于弹性变形阶段，凸模接触材料后，载荷急剧上升；一旦凸模刃口挤入材料，即进入了塑性变形阶段，此时载荷上升就缓慢下来，如图中 *BC* 段所示。虽然，由于凸模挤入材料，使承受冲裁力的面积减少；但只要材料加工硬化的影响超过了受剪面积减少的影响，冲裁力就继续上升，当两者影响相等的瞬间，冲裁力达到最大值，即图中 *C* 点。此后，凸模再向下压，材料内部产生裂纹，并迅速扩展，冲裁力急剧下降，如图中 *CD* 段所示，此阶段为冲裁的断裂阶段。到达 *D* 点后，上下裂纹重合，板料已经分离，*DE* 段所示压力，仅是克服摩擦阻力，推出已分离的废料或制件的力。

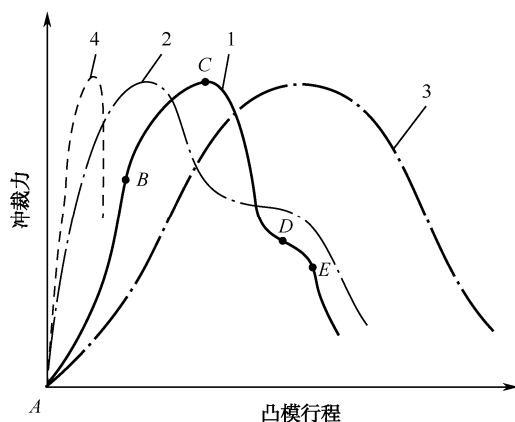
2. 冲裁力的计算

通常所说的冲裁力是指作用于凸模上的最大抗力，即如图 3-1 所示中的 *C* 点所对应的力。如果视冲裁为纯剪切变形，冲裁力可按下列公式计算。

(1) 平刃口冲裁：

$$P=1.3Lt\tau \quad \text{或} \quad P\approx Lt\sigma_b \quad (3-1)$$

式中： P ——冲裁力，N 或者 kN；
 L ——冲裁件受剪切周边长度，mm；
 t ——冲裁件的料厚，mm；
 τ ——材料抗剪强度，MPa；
 σ_b ——材料抗拉强度，MPa。



1—间隙正常的塑性材料；2—间隙偏小的塑性材料；3—间隙偏大的塑性材料；4—间隙正常的脆性材料

图 3-1 冲裁力—凸模行程曲线

(2) 斜刃口冲裁：

$$P_s = kP \quad (3-2)$$

式中： P_s ——斜刃口冲裁力，N 或者 kN；
 P ——平刃口冲裁力，N 或者 kN；
 k ——斜刃口冲裁减力系数。

当 $H=t$ 时， $k=0.4\sim 0.6$ ； $H=2t$ 时， $k=0.2\sim 0.4$ ； $H=3t$ 时， $k=0.1\sim 0.25$ 。角度 ϕ 的设计可按如下经验数据选取： $t<3\text{mm}$ 、 $H=2t$ 时， $\phi<5^\circ$ ； $t=(3\sim 10)\text{mm}$ 、 $H=t$ 时， $\phi<8^\circ$ ；一般情况下 ϕ 不大于 12° 。

3. 卸料力、推件力和顶件力

冲裁结束时，从材料上冲裁下来的冲件（或废料）由于径向发生弹性变形而扩张，会梗塞在凹模孔口内或者条料上的孔沿径向发生弹性收缩而紧箍在凸模上。为了使冲裁工作继续进行，必须将工件或废料与模具分离。从凸模上卸下紧箍的材料所需的力称为卸料力 $P_{卸}$ ；从凹模内向下推出梗塞的材料所需的力称为推件力 $P_{推}$ ；从凸模内向上顶出梗塞的材料所需的力称为顶件力 $P_{顶}$ ，如图 3-2 所示。

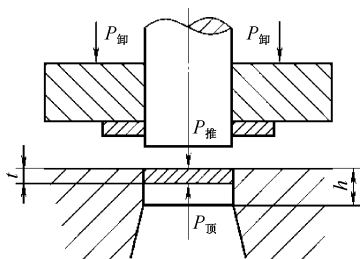


图 3-2 卸件力、推件力和顶件力

在生产实践中, $P_{卸}$ 、 $P_{推}$ 和 $P_{顶}$ 常用以下经验公式计算, 即

$$P_{卸}=K_{卸} \cdot P \quad (3-3)$$

$$P_{推}=nK_{推} \cdot P \quad (3-4)$$

$$P_{顶}=K_{顶} \cdot P \quad (3-5)$$

式中: P ——冲裁力;

$K_{卸}$ ——卸料力系数;

$K_{推}$ ——推件力系数;

$K_{顶}$ ——顶件力系数;

n ——梗塞在凹模内的冲件数 ($n=h/t$);

h ——凹模直壁洞口的高度。

$K_{卸}$ 、 $K_{推}$ 和 $K_{顶}$ 可分别由表 3-1 查取。当冲裁件形状复杂、冲裁间隙较小、润滑较差、材料强度高时, 应取较大值; 反之则应取较小值。

表 3-1 卸料力、推件力和顶件力系数

| 板料厚度 t/mm | | $K_{卸}$ | $K_{推}$ | $K_{顶}$ |
|--------------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 钢 | ≤ 0.1 | 0.06~0.09 | 0.10 | 0.14 |
| | 0.1~0.5 | 0.04~0.07 | 0.065 | 0.08 |
| | 0.5~2.5 | 0.025~0.06 | 0.05 | 0.06 |
| | 2.5~6.5 | 0.02~0.05 | 0.045 | 0.05 |
| | > 6.5 | 0.015~0.04 | 0.025 | 0.03 |
| 铝、铝合金 | | 0.03~0.08 | 0.03~0.07 | 0.03~0.07 |
| 纯铜、黄铜 | | 0.02~0.06 | 0.03~0.09 | 0.03~0.09 |

冲裁时, 所需总冲压力为冲裁力、卸料力、推件力和顶件力之和。这些力在选择压力机时是否需要考虑进去, 应根据不同的模具结构区别对待。

3.1.1.2 弯曲力计算

1. 自由弯曲时的弯曲力

V 形件弯曲力的计算公式, 即

$$F_{自} = \frac{0.6KBt^2\sigma_b}{r+t} \quad (3-6)$$

U 形件弯曲力的计算公式, 即

$$F_{自} = \frac{0.7KBt^2\sigma_b}{r+t} \quad (3-7)$$

式中: $F_{自}$ ——自由弯曲在冲压行程结束时的弯曲力, N;

B ——弯曲件的宽度, mm;

t ——弯曲材料的厚度, mm;

r ——弯曲件的内弯曲半径, mm;

σ_b ——材料的强度极限, MPa;

K ——安全系数, 一般取 $K=1.3$ 。

2. 校正弯曲时的弯曲力

校正弯曲时的弯曲力计算公式，即

$$F_{\text{校}} = Ap \quad (3-8)$$

式中： $F_{\text{校}}$ ——校正弯曲力，N；

A ——校正部分投影面积， mm^2 ；

p ——单位面积上的校正力，MPa，其值见表 3-2。

表 3-2 单位面积上的校正力 p (MPa)

| 材 料 | 材料厚度 t/mm | | 材 料 | 材料厚度 t/mm | |
|---------|--------------------|---------|---|--------------------|---------|
| | ≤ 3 | 3~10 | | ≤ 3 | 3~10 |
| 铝 | 30~40 | 50~60 | 25~35 钢 | 100~200 | 120~150 |
| 黄铜 | 60~80 | 80~100 | 钛合金 (BT ₁) (BT ₃) | 160~180 | 180~210 |
| 10~20 钢 | 80~100 | 100~120 | | 160~200 | 200~260 |

3. 顶件力或压料力

若弯曲模设有顶件装置或压料装置，其顶件力（或压料力 F_D ）可近似取自由弯曲力的 30%~80%，即

$$F_D = (0.3 \sim 0.8) F_{\text{自}} \quad (3-9)$$

3.1.1.3 拉深力计算

1. 拉深力

由于影响拉深力的因素比较复杂，按实际受力和变形情况来准确计算拉深力是比较困难的；所以，实际生产中通常是以危险断面的拉应力不超过其材料抗拉强度为依据，采用经验公式进行计算。

对于圆筒形件，首次拉深，有

$$F = K_1 \pi d_1 t \sigma_b \quad (3-10)$$

以后各次拉深，有

$$F = K_2 \pi d_i t \sigma_b \quad (i=2, 3, \dots, n) \quad (3-11)$$

式中： F ——拉深力，N；

d_1, d_2, \dots, d_n ——各次拉深工序件直径，mm；

t ——板料厚度，mm；

σ_b ——拉深件材料的抗拉强度，MPa；

K_1, K_2 ——修正系数，与拉深系数有关，见表 3-3。

表 3-3 修正系数 K 值

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 拉深系数 m_1 | 0.55 | 0.57 | 0.60 | 0.62 | 0.65 | 0.67 | 0.70 | 0.72 | 0.75 | 0.77 | 0.80 |
| 修正系数 K_1 | 1.00 | 0.93 | 0.86 | 0.79 | 0.72 | 0.66 | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 |
| 拉深系数 m_2, \dots, m_n | 0.70 | 0.72 | 0.75 | 0.77 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | | | |
| 修正系数 K_2 | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.80 | 0.70 | 0.60 | 0.50 | | | |

2. 压料力

压料力的作用是防止拉深过程中坯料的起皱。压料力的大小应适当，压料力过小时，防皱效果不好；压料力过大时，则会增大传力区危险断面上的拉应力，从而引起严重变薄甚至拉裂。因此，应在保证坯料变形区不起皱的前提下，尽量选用较小的压料力。此外，压料力的大小应允许在一定范围内调节，压料力可按下列经验公式计算。

任何形状的拉深件，有

$$F_Y = Ap \quad (3-12)$$

圆筒形件首次拉深，有

$$F_Y = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d_1 + 2r_{d1})^2] p \quad (3-13)$$

圆筒形件以后各次拉深，有

$$F_Y = \frac{\pi}{4} [d_{i-1}^2 - (d_n + 2r_{dn})^2] p, \quad (i=2, 3, \dots) \quad (3-14)$$

式中： F_Y ——压料力，N；

A ——压料圈下坯料的投影面积， mm^2 ；

p ——单位面积压料力，MPa，可查表；

D ——坯料直径，mm；

d_1, d_2, \dots, d_n ——各次拉深工序件的直径，mm；

$r_{d1}, r_{d2}, \dots, r_{dn}$ ——各次拉深凹模的圆角半径，mm。

3.1.1.4 其他工艺力计算

1. 平板胀形力计算

$$P = Lt\sigma_b K \quad (3-15)$$

式中： P ——压筋力，N；

L ——凸筋的周长，mm；

t ——材料厚度，mm；

σ_b ——材料抗拉强度，MPa；

K ——与筋的宽度及深度等因素有关的系数，一般取 $K=0.7\sim 1$ 。

2. 翻边力

用普通圆柱形凸模翻孔时的翻边力 F 可以按下式估算，即

$$F = 1.1\pi (D - d_0) t \sigma_s \quad (3-16)$$

式中： D ——翻边后孔的中径，mm；

d_0 ——翻边底孔直径，mm；

t ——材料厚度，mm；

σ_s ——材料屈服应力，MPa。

随凸模圆角半径的增大，翻边力将大幅度减小。当采用球头凸模翻孔时，翻边力可比采用小圆角平头凸模降低 50% 左右。采用球头凸模的翻边力 F 可按下式计算，即

$$F = 1.2K_0\pi Dt\sigma_b \quad (3-17)$$

式中： K_0 ——翻边力系数；见表 3-4；

σ_b ——材料抗拉强度，MPa。

表 3-4 翻边力系数

| 翻边系数 $K_0=d_0/D$ | 翻边力系数 |
|------------------|-----------|
| 0.5 | 0.2~0.25 |
| 0.6 | 0.14~0.18 |
| 0.7 | 0.08~0.12 |
| 0.8 | 0.05~0.07 |

3. 缩口力

用无内支承模具进行缩口时，缩口力可用下式计算，即

$$F = K \left[1.1\pi D t_0 \sigma_b \left(1 - \frac{d}{D} \right) (1 + \mu \cot \alpha) \frac{1}{\cos \alpha} \right] \quad (3-18)$$

式中： F ——缩口力，N；

t_0 ——缩口前料厚，mm；

D ——缩口前直径，mm；

d ——缩口后直径，mm；

σ_b ——材料抗拉强度，MPa；

α ——凹模圆锥半角；

K ——速度系数，用冲床时： $K=1.15$ ；

μ ——工件与凹模接触面摩擦系数。

4. 矫平力计算

矫平力可用下式计算，即

$$Q = Fq \quad (3-19)$$

式中： Q ——矫平力，N；

F ——被矫平的面积， mm^2 ；

q ——单位矫平力，MPa（ q 的数值与矫平程度和被矫平的面积大小有关，当矫平面积小于 $10\,000\text{mm}^2$ 时，取 $q=1\sim 5$ ；小值用于轻度矫平，大值用于精度矫平）。

5. 整形力计算

整形力可用下式计算，即

$$Q = Fq \quad (3-20)$$

式中： Q ——整形力，N；

F ——整形的投影面积， mm^2 ；

q ——整形的单位压力，MPa（对敞开式制件整形： $q=50\sim 100\text{MPa}$ ；对底面、侧面减小圆角半径的整形： $q=150\sim 200\text{MPa}$ ）。

3.1.2 冲模压力中心计算

冲压合力的作用点成为模具的压力中心，在冲裁时应保证压力中心与冲床滑块中心相重合。冲模的压力中心，可根据下述原则来确定：

（1）对称形状的单个冲裁件，冲模的压力中心就是冲裁件的几何中心。

（2）工件形状相同且分布位置对称时，冲模的压力中心与零件的对称中心相重合。

(3) 形状复杂的零件、多孔冲模、级进模的压力中心可用解析计算法求出冲模压力中心。解析法的计算依据是：各分力对某坐标轴的力矩之代数和等于诸力的合力对该轴的力矩。

1. 确定多凸模模具的压力中心

确定多凸模模具的压力中心，是将各凸模的压力中心确定后，再计算模具的压力中心，如图 3-3 所示，计算其压力中心的步骤如下。

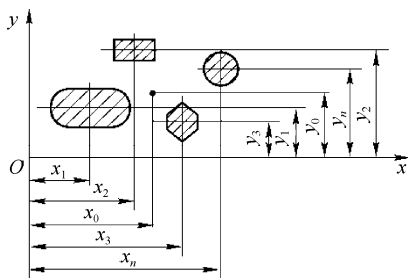


图 3-3 多凸模压力中心

(1) 任意位置作坐标轴 x - y 。

(2) 分别计算各单一图形压力中心到坐标轴的距离 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 和 $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ 。

(3) 分别计算各单一图形轮廓的周长 $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ 。

(4) 将以上数据代入式 (3-21) 和 (3-22)，就得到压力中心的位置 (x_0, y_0) 。

$$x_0 = \frac{L_1 x_1 + L_2 x_2 + \dots + L_n x_n}{L_1 + L_2 + \dots + L_n} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i x_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (3-21)$$

$$y_0 = \frac{L_1 y_1 + L_2 y_2 + \dots + L_n y_n}{L_1 + L_2 + \dots + L_n} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i y_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (3-22)$$

2. 复杂形状零件模具压力中心的确定

复杂形状零件模具压力中心的确定方法与多凸模模具的压力中心确定方法相同，如图 3-4 所示，其步骤如下。

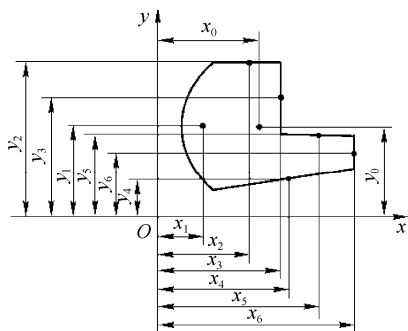


图 3-4 复杂形状凸模的压力中心

- (1) 选定基准坐标轴 x - y 。
- (2) 确定各线段几何中心 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 。
- (3) 将刃口轮廓线划分为若干简单的线段, 计算出线段长度 $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ 。
- (4) 将数据代入式 (3-21) 和 (3-22), 就得到压力中心的位置 (x_0, y_0) 。

3. 多工位级进模各种冲压力的压力中心

对于有冲裁、弯曲、拉深、成形等各种冲压工序的多工位级进模, 其压力中心的确定步骤如下:


- (1) 选定基准坐标轴 x - y 。
- (2) 求出各凸模的冲压力 (F_1, F_2, \dots, F_n) 和相应的各个压力中心的坐标 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 。
- (3) 按式 (3-23) 和 (3-24) 求出整副模具压力中心坐标 (x_0, y_0) 。

$$x_0 = \frac{F_1 x_1 + F_2 x_2 + \dots + F_n x_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \quad (3-23)$$

$$y_0 = \frac{F_1 y_1 + F_2 y_2 + \dots + F_n y_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \quad (3-24)$$

3.2 NX PDW冲压力计算

3.2.1 功能概述

冲压力计算 (Force Calculation) 工具  可以计算单块废料或者成组废料的冲压力大小及压力中心, 也可以通过定义工艺特征计算折弯、成形等各种工艺的成形力和压力中心。

3.2.2 使用方法


在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【主要】(Main) 库当中的冲压力计算 (Force Calculation) 图标 , 弹出【冲压力计算】(Force Calculation) 对话框。

1. 计算工艺力


(1) 在【工艺列表】(Process List) 中, 列出了所有废料, 并且所有废料前带有“*”标记; 选择需要计算的一块或多块废料, 此时在【计算】(Calculation) 组的【选择工艺】(Select Process) 中显示已选择的工艺数量。


(2) 如果需要, 在【设置】(Settings) 组, 在【计算类型】(Calculation Type) 中选择【重叠切割】(Overlapped Cutting) 或者【无重叠切割】(No Overlapped Cutting); 如果需要控制计算结果的精度, 可以在【设置】(Settings) 中选择【小数点位数】(Decimal Places) 进行设置。

- 【重叠切割】(Overlapped Cutting): 系统先移除下一个相邻废料的公共边及超出条料宽度的废料边缘, 然后再进行计算。
- 【无重叠切割】(No Overlapped Cutting): 系统根据每块废料的全部边界进行计算, 计算速度较快。

(3) 在【计算】(Calculation) 组, 单击计算图标 , 系统将自动计算所选择的废料的工

艺力、压边力、切削周长和重心，计算后的废料特征前的“*”标记被移除。其计算结果被写入废料片体，可用于后续的冲头强度分析。

(4) 在【计算】(Calculation) 组，单击创建报告图标，系统将根据刚才的计算结果创建网页格式的报告。

(5) 完成所有的工艺定义和计算后，如果单击计算总力图标，系统将对所有工艺再进行一次总力的计算，指示出重心的位置并给出相应的报告。

冲压力的计算依赖于所使用的计算公式及所用的材料。在【设置】(Settings) 组中，选择【编辑公式】(Edit Formulas)，将弹出用于管理计算公式的数据表 process_formula.xls，可以看到不同工艺特征的计算公式，要获得正确的冲压力，必须定制准确的材料相关参数。

2. 定义新工艺

PDW 系统的【工艺列表】(Process List) 只是自动列出废料这一类的冲裁工艺特征，针对没有列出的工艺，系统提供了定义新工艺的方法。

(1) 展开【定义新工艺】(Define New Process) 组，在【工艺类型】(Process Type) 的下拉列表中选择合适的工艺类型，例如，折弯、翻边等。

(2) 此时【选择面】(Select Face) 处于激活状态，在条料上选择需要进行工艺定义的特征面。

(3) 如果需要修改默认的工艺名称，只需在【工艺名称】(Process Name) 中输入新名称。

(4) 单击【添加】(Add) 按钮，新工艺就被添加到工艺列表中。

3.3 案例分析

3.3.1 案例 3-1：计算冲压力

将练习目录“\...\chapter_3\”中的 case_1 文件夹复制到电脑中。打开 case_1\prj_control_013.prt，这是一个已经完成条料排样的项目。

1. 计算冲裁废料的工艺力



(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中，单击【主要】(Main) 库当中的冲压力计算 (Force Calculation) 图标，弹出【冲压力计算】(Force Calculation) 对话框。



图 3-5 选择所有废料工艺特征

(2) 在【工艺列表】(Process List) 中，列出了所有废料，并且所有废料前带有“*”标记；选择所有废料，此时在【计算】(Calculation) 组的【选择工艺】(Select Process) 中显示已选择的工艺数量为 8，如图 3-5 所示。

(3) 在【计算】(Calculation) 组，单击计算图标，系统将自动计算所选择的废料的工艺力、压边力、切削周长和重心，注意计算后的废料特征前的“*”标记被移除，如图 3-6 所示。同时在图形窗口中将计算此次计算的重心位置，如图 3-7 所示。

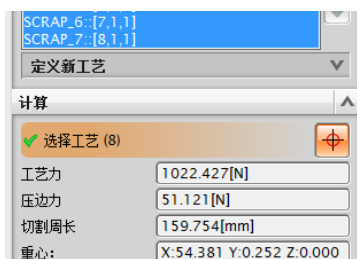


图 3-6 冲裁废料工艺力计算结果

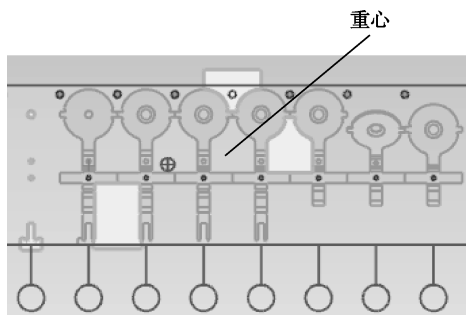



图 3-7 重心位置

2. 定义新工艺并计算工艺力

(1) 定义第3工位翻孔工艺并计算

- ① 展开【定义新工艺】(Define New Process) 选项，在【工艺类型】(Process Type) 的下拉列表中选择翻孔，如图 3-8 (a) 所示。
- ② 在图形窗口中选择如图 3-8 (b) 所示的翻孔面。
- ③ 在【工艺名称】(Process Name) 中，改名为 Burring_01。
- ④ 单击【添加】(Add) 按钮, 新工艺就被添加到工艺列表中，如图 3-8 (c) 所示。

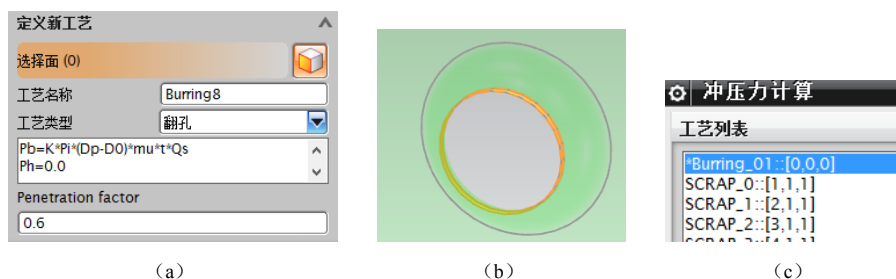



图 3-8 定义翻孔工艺

- ⑤ 在【计算】(Calculation) 组中，单击计算图标。这时系统将计算折弯工艺力及重心，如图 3-9 (a) 所示，该废料前的“*”标记被移除；同时在图形窗口中也显示了该工艺的重心位置，如图 3-9 (b) 所示。

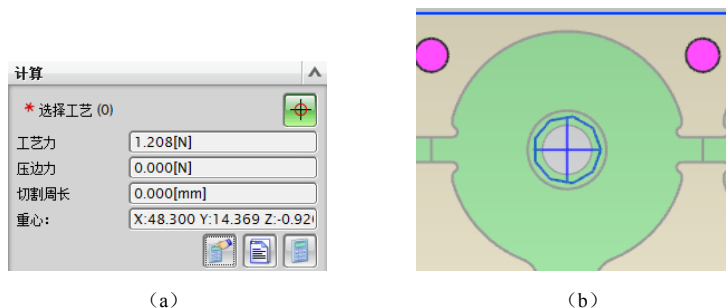


图 3-9 计算翻孔工艺力


(2) 定义第6工位的弯边工艺并计算

- ① 展开【定义新工艺】(Define New Process) 选项，在【工艺类型】(Process Type) 的

下拉列表中选择弯边, 如图 3-10 (a) 所示。

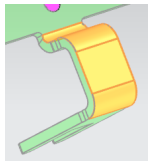
② 在图形窗口中选择如图 3-10 (b) 所示面。

③ 在【工艺名称】(Process Name) 中, 改名为 Flanging_1。

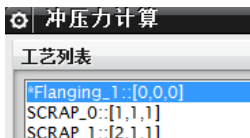
④ 单击【添加】(Add) 按钮, 新工艺就被添加到工艺列表中, 如图 3-10 (c) 所示。



(a)




(b)



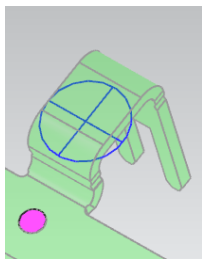
(c)

图 3-10 定义弯边工艺

⑤ 在【计算】(Calculation) 组中, 单击计算图标。这时, 系统将计算折弯工艺力、压边力及重心, 如图 3-11 (a) 所示, 该废料前的 “*” 标记被移除; 同时在图形窗口中也显示了该工艺的重心位置, 如图 3-11 (b) 所示。



(a)



(b)

图 3-11 计算弯边工艺力

(3) 定义第 7 工位的弯边工艺并计算

① 展开【定义新工艺】(Define New Process) 选项, 在【工艺类型】(Process Type) 的下拉列表中选择弯边, 如图 3-12 (a) 所示。

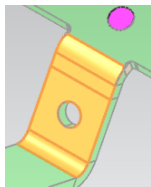
② 在图形窗口中选择如图 3-12 (b) 所示面。

③ 在【工艺名称】(Process Name) 中, 改名为 Flanging_2。

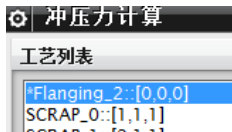
④ 单击【添加】(Add) 按钮, 新工艺就被添加到工艺列表中, 如图 3-12 (c) 所示。



(a)




(b)



(c)

图 3-12 定义弯边工艺

⑤ 在【计算】(Calculation) 组中, 单击计算图标。这时系统将计算折弯工艺力、压边力及重心, 如图 3-13 (a) 所示, 该废料前的 “*” 标记被移除; 同时在图形窗口中也显示

了该工艺的重心位置，如图 3-13（b）所示。

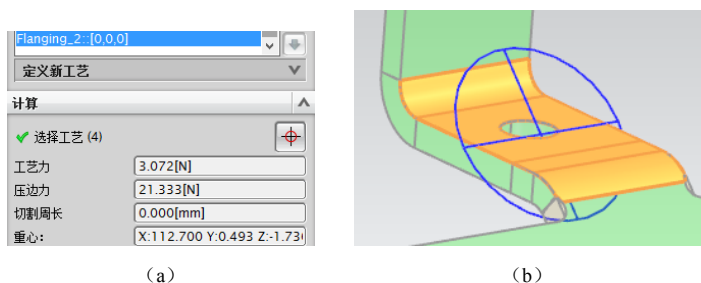


图 3-13 计算弯边工艺力

（4）定义第 8 工位的折弯工艺并计算

① 展开【定义新工艺】（Define New Process）选项，在【工艺类型】（Process Type）的下拉列表中选择折弯，如图 3-14（a）所示。

② 在图形窗口中选择如图 3-14（b）所示折弯。

③ 在【工艺名称】（Process Name）中，改名为 Bending_01。

④ 单击【添加】（Add）按钮, 新工艺就被添加到工艺列表中，如图 3-14（c）所示。

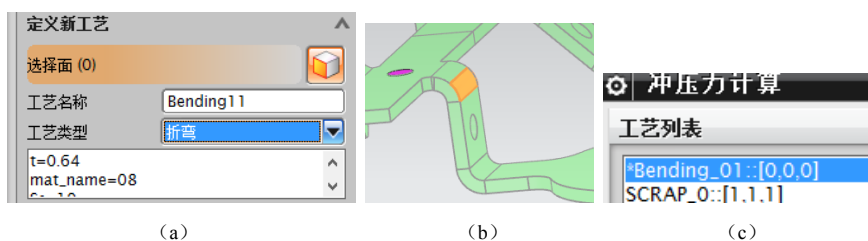



图 3-14 定义折弯工艺

⑤ 在【计算】（Calculation）组中，单击计算图标。这时系统将计算折弯工艺力及重心，如图 3-15（a）所示，该废料前的“*”标记被移除；同时在图形窗口中也显示了该工艺的重心位置，如图 3-15（b）所示。

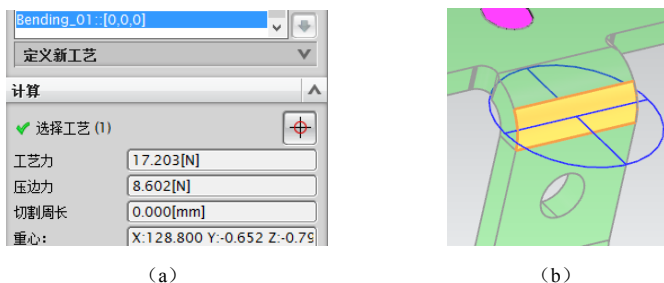



图 3-15 计算折弯工艺力

3. 计算总力

（1）完成所有的工艺定义和计算后，如果单击计算总力图标, 系统将对所有工艺再进行一次总力的计算，并给出相应的报告，如图 3-16 所示，并指示出重心的位置。

（2）计算完成后，单击【确定】按钮，关闭对话框。

Result of Force Calculation

SCRAP_0,SCRAP_1,SCRAP_2,SCRAP_3

SCRAP_4,SCRAP_5,SCRAP_6,SCRAP_7

Flanging_1,Flanging_2,Bending_01,Burring_01

| Name | Value |
|----------------------|-----------------------|
| Process_Force | 1045.774[N] |
| Holding_Force | 102.390[N] |
| Total_Force | 1148.163[N] |
| Perimeter_of_Cutting | 159.754[mm] |
| Center_of_Force | (58.190,0.059,-0.010) |

图 3-16 冲压力计算结果报告

4. 全部保存并关闭

3.3.2 案例 3-2：计算冲压力

将练习目录“\...\chapter_3\”中的 fr_case01_stp 文件夹复制到电脑中。打开 case_2\prj_control.prt，这是一个已经完成条料排样的项目。

1. 计算冲裁废料的工艺力


(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中，单击【主要】(Main) 库中的冲压力计算 (Force Calculation) 图标，弹出【冲压力计算】(Force Calculation) 对话框。



图 3-17 选择所有废料工艺特征

(2) 在【工艺列表】(Process List) 中，列出了所有废料，并且所有废料前带有“*”标记，选择所有废料，此时在【计算】(Calculation) 组的【选择工艺】(Select Process) 中显示已选择的工艺数量为 14，如图 3-17 所示。


(3) 在【计算】(Calculation) 组，单击计算图标，系统将自动计算所选择的废料的工艺力、压边力、切削周长和重心，注意计算后的废料特征前的“*”标记被移除，如图 3-18 所示。同时在图形窗口中将计算此次计算的重心位置，如图 3-19 所示。



图 3-18 冲裁废料工艺力计算结果

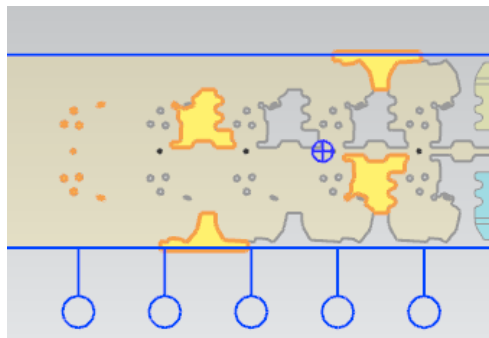



图 3-19 重心位置

2. 定义新工艺并计算工艺力

(1) 定义第 6 工位成形工艺并计算

① 展开【定义新工艺】(Define New Process) 选项，在【工艺类型】(Process Type) 的

下拉列表中选择 Angular_embossing, 如图 3-20 (a) 所示。

- ② 在图形窗口中选择如图 3-20 (b) 所示的成形面。
- ③ 在【工艺名称】(Process Name) 中, 改名为 Angular_emboss_1。
- ④ 单击【添加】(Add) 按钮, 新工艺就被添加到工艺列表中, 如图 3-20 (c) 所示。

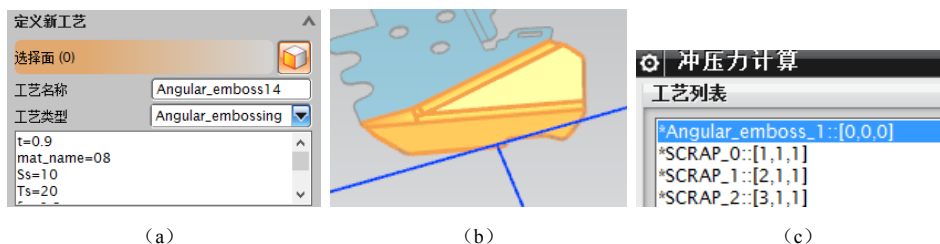



图 3-20 定义成形工艺

⑤ 在【计算】(Calculation) 组中, 单击计算图标。这时系统将计算成形工艺力及重心, 如图 3-21 (a) 所示, 该废料前的“*”标记被移除, 同时在图形窗口中也显示了该工艺的重心位置, 如图 3-21 (b) 所示。

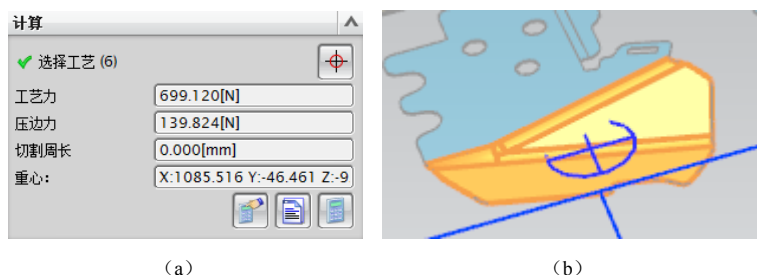



图 3-21 计算成形工艺力

(2) 定义第 7 工位成形工艺并计算

- ① 展开【定义新工艺】(Define New Process) 选项, 在【工艺类型】(Process Type) 的下拉列表中选择 Round_embossing, 如图 3-22 (a) 所示。
- ② 在图形窗口中选择如图 3-22 (b) 所示的成形面。
- ③ 在【工艺名称】(Process Name) 中, 改名为 Round_emboss_2。
- ④ 单击【添加】(Add) 按钮, 新工艺就被添加到工艺列表中, 如图 3-22 (c) 所示。

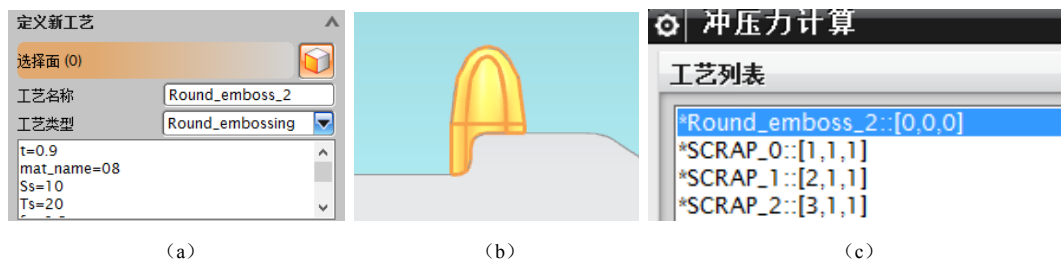



图 3-22 定义成形工艺

⑤ 在【计算】(Calculation) 组中, 单击计算图标。这时系统将计算折弯工艺力及重心, 如图 3-23 (a) 所示, 该废料前的“*”标记被移除, 同时在图形窗口中也显示了该工艺

的重心位置，如图 3-23 (b) 所示。

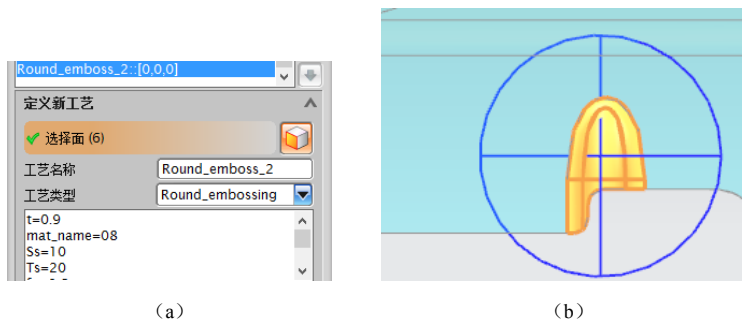



图 3-23 计算成形工艺力

(3) 定义第 9 工位成形工艺并计算

- ① 展开【定义新工艺】(Define New Process) 选项，在【工艺类型】(Process Type) 的下拉列表中选择 Angular_embossing，如图 3-24 (a) 所示。
- ② 在图形窗口中选择如图 3-24 (b) 所示的成形面。
- ③ 在【工艺名称】(Process Name) 中，改名为 Angular_emboss_2。
- ④ 单击【添加】(Add) 按钮，新工艺就被添加到工艺列表中，如图 3-24 (c) 所示。

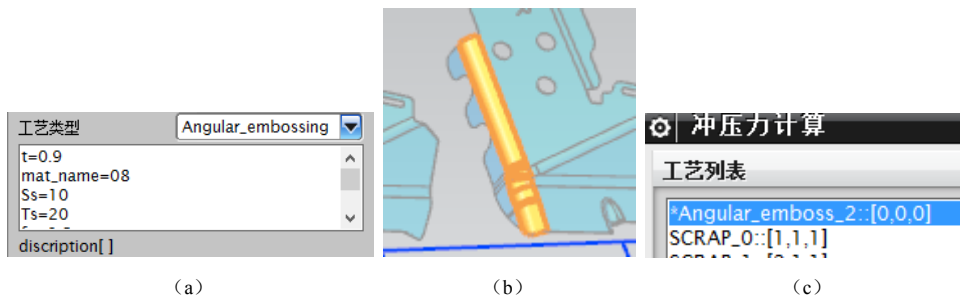



图 3-24 定义成形工艺

⑤ 在【计算】(Calculation) 组中，单击计算图标。这时系统将计算成形工艺力及重心，如图 3-25 (a) 所示，该废料前的“*”标记被移除，同时在图形窗口中也显示了该工艺的重心位置，如图 3-25 (b) 所示。

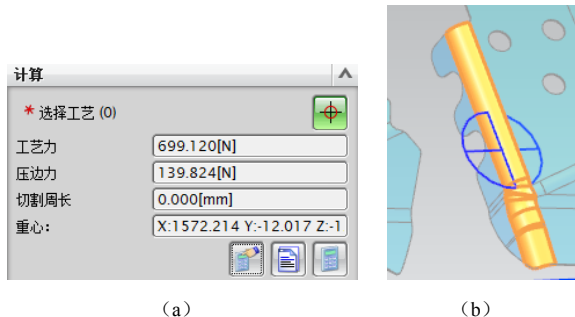


图 3-25 计算成形工艺力

(4) 定义第10工位成形工艺并计算

① 展开【定义新工艺】(Define New Process)选项,在【工艺类型】(Process Type)的下拉列表中选择 Angular_embossing,如图3-26(a)所示。

② 在图形窗口中选择如图3-26(b)所示的成形面。

③ 在【工艺名称】(Process Name)中,改名为 Angular_emboss_3。

④ 单击【添加】(Add)按钮,新工艺就被添加到工艺列表中,如图3-26(c)所示。

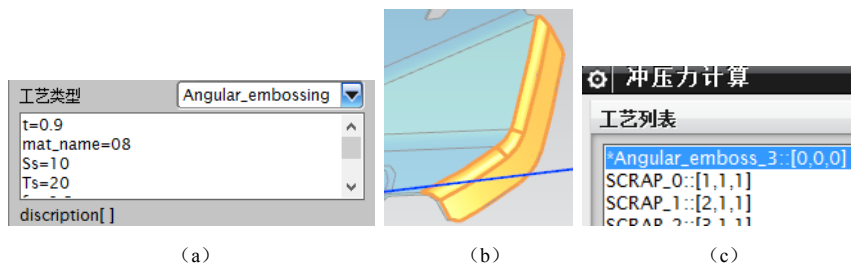



图 3-26 定义成形工艺

⑤ 在【计算】(Calculation)组中,单击计算图标。这时系统将计算折弯工艺力及重心,如图3-27(a)所示,该废料前的“*”标记被移除,同时在图形窗口中也显示了该工艺的重心位置,如图3-27(b)所示。

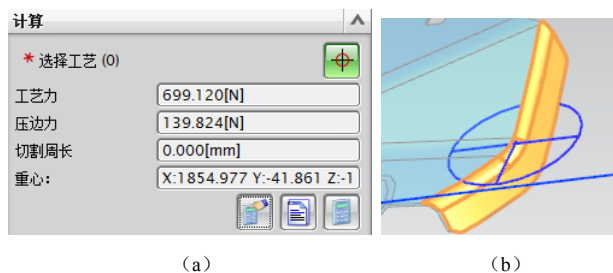


图 3-27 计算成形工艺力

本章习题

1. 什么是压力中心?
2. 设计级进模时确定压力中心有什么意义?

第 4 章 多工位级进模的模架及其导向装置

模架是模具的主体结构，它是连接级进模所有零件的重要部件，模具的全部零件都固定至它的上面，并承受冲压过程中全部载荷。模具的上、下模之间的相对位置通过模架的导向装置稳定和保持其精度，并引导凸模正确运动，保证冲压过程中凸、凹模之间间隙均匀。

4.1 理论知识

4.1.1 模架

模架由上模座、下模座和导柱、导套等组成，如图 4-1（b）所示。图 4-1（a）为滑动导向，图 4-1（c）为滚动导向。

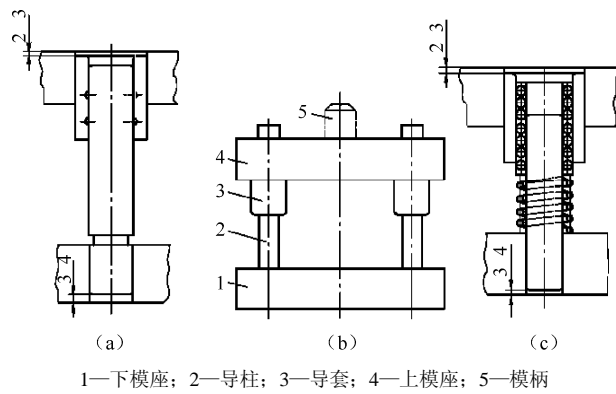


图 4-1 模架

模架设计要求如下：

（1）多工位级进模应满足刚性高和精度高的要求。在工作状态下，级进模模架即便只有微量的变形，都是不允许的，因为那样会使模具精度与使用寿命下降。所以，对精密级进模必须严格进行模架刚度的考核。为了避免高速冲压时的振动，上、下模座的材料以铸铁为好，如 HT250 钢；模架钢宜选 45 钢，并进行调质处理。

（2）为保证模架的强度，其上、下模板的厚度要足够，通常比普通冲模模座厚。

（3）模架要有精确的导向，基本上都采用四根两组的滚珠滚动导向，导柱直径应在许可范围内取大，并考虑防装错措施。为保证模架的导向精度，使之运动轻快且寿命长，导柱、

导套与滚珠之间应有 $0.02 \sim 0.025\text{mm}$ 的过盈量，滚珠的球形误差不大于 0.0004mm 。

(4) 加工、装配中，应保证以下技术条件。

① 上模座对下模座的平行度为 $0.003/100$ 。

② 导柱、导套固定部分对滑动部分圆柱面的同轴度，不大于 0.003mm 。

③ 上模座与下模座安装导柱、导套的孔，分别加工时，其孔距误差应小于 0.003mm ，在机床上一并加工，以保证孔距一致；将上模座上的导套装配孔径同轴扩大 $0.8 \sim 1.0\text{mm}$ ，用环氧树脂黏结导套。

④ 组装后的导柱与下模座支承面垂直度为 $0.005/100$ 。

⑤ 组装后的模架，其下模座下平面与上模座上平面的平行度为 $0.012/100$ 。

(5) 如模具的上模部分重量过大，例如上模与上模座的合计重量大于压力机滑块的重量时，宜采用比重小的铝合金或塑料作为上模座材料。

(6) 注意采用装拆快捷并保证重复装卸精度的结构设计。

4.1.2 模架的导向装置

模架的导向装置是指在上下模座上安装的主要由导柱、导套等零件所组成的导向副。有了它，在上下模相对运动时，对应位置始终沿着一个正确的方向运动，从而达到精密冲压的目的。

1. 分类

常见的模架导向装置有滑动导向和滚动导向两类，具体使用时，有下列几种：

(1) 滑动导向

如图 4-2 所示，这是利用导柱、导套在一定精度范围内的滑动配合，使上、下模座沿着正确方向运动。由于导柱、导套间的配合是动配合，存在一定的配合间隙，但其值比较小，最小时为 0.005mm ，所以这种导向装置能保持较高的导向精度。此外由于滑动导向装置结构简单、制造方便，故应用十分广泛。

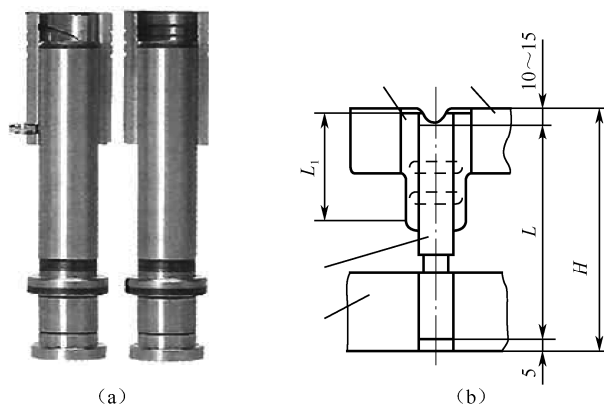


图 4-2 滑动导向

(2) 滚珠导向

如图 4-3 所示，在导柱、导套之间多了一层滚珠（即钢球）和安装滚珠的保持圈，习惯上称滚珠导向。滚珠导向与滑动导向的主要区别是导向原理不同：滚动导向的钢球在导柱、

导套间有 $0.01 \sim 0.02\text{mm}$ 过盈量, 在冲压力的作用下上模沿导柱上下做纯滚动运动; 而滑动导向则是导柱、导套间有间隙的上、下滑动运动。滚动导向是无间隙的, 滚动导向精度显然高于滑动导向, 故常用于高精度、长寿命和薄料、小间隙多工位级进模, 尤其是在硬质合金级进模中被广泛采用。

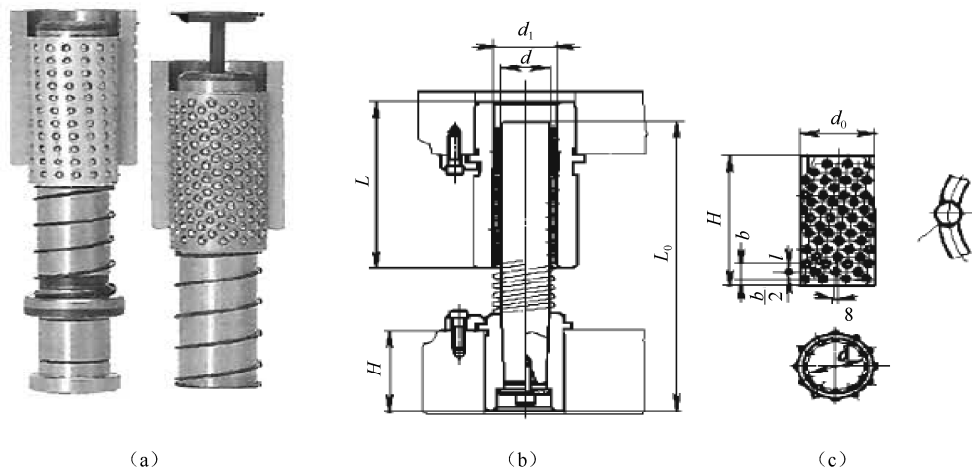


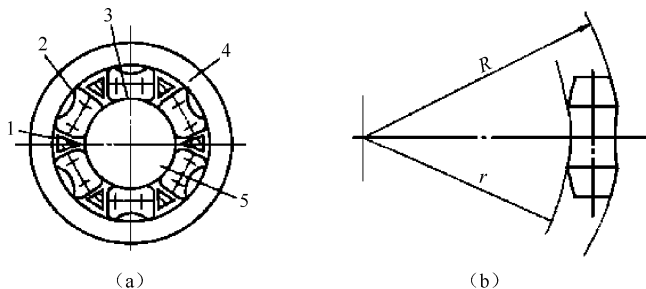
图 4-3 滚动导向装置

(3) 混合导向

由于滚珠在导柱、导套中间为点接触, 其上下运动轨迹为一直线, 故抗偏心载荷能力较差。为了克服偏心载荷对模具工作部分的影响, 可将滑动导向和滚动导向混合使用, 装在一副模架内组成混合式导向模架, 从而发挥各自特点, 提高模架导向精度和质量。混合导向的导柱、导套常采用可拆卸式, 可随时拆装或改变成其他导向方式。

(4) 滚针导向

对于特别精密、高速 (达 $100\text{次}/\text{min}$) 的高寿命模具, 为了获得稳定持久高精密的导向, 可采用一种新型的滚针导向结构, 其断面如图 4-4 所示。滚柱的外形由三段圆弧组成。中间的一段圆弧 R 与导柱外圆相吻合, 两端的圆弧 r 与导套的内圆相吻合, 这样滚柱导向结构的滚柱与导柱、导套为线接触, 上下运动时为一个面。由于面接触的关系, 能承受比滚珠导向大的偏心载荷, 也提高了导向精度和模架的刚性, 高速冲制中平稳而可靠, 使用寿命比钢球滚动导向长。同时, 滚柱与导柱、导套间的过盈量比滚珠导向要小, 一般取 $0.003 \sim 0.006\text{mm}$ 就足够了, 但此结构制造较复杂。



1—保持圈; 2—外接触部分; 3—内接触部分; 4—导套; 5—导柱

图 4-4 滚针式导柱、导套

2. 导柱、导套结构与安装

(1) 导柱

导柱的形状比较简单, 外圆就是一根表面硬而耐磨的实心棒。根据其特点不同, 就有多称呼, 结构上也略有不同。

例如, 根据其结构特点分为直通式导柱和阶梯式导柱; 根据其安装特点分为压入式(不可拆)导柱和可拆卸式(包括独立式)导柱; 根据其导向功能分为滑动式导柱和滚动式导柱; 根据其制造特点分为标准型导柱和非标准型导柱; 根据其使用特点有独立式导柱和非独立式导柱等。

① 压入式导柱如图 4-5 所示, 这是几种最常用的压入式标准结构导柱, 可以用于滑动导向和滚动导向。

图 4-5 (a)、(b) 为直通式结构, 全长只有一个尺寸 d 按基轴制加工到一定公差范围内, 与模座孔的配合为 $R7/h6$ 或 $R7/h5$ 。为了便于装配, 固定端有 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$ 的引入部分。

图 4-5 (b) 导柱的顶端有一螺孔, 供滚动导向时装挡圈螺钉固定用。

图 4-5 (c) 为阶梯式导柱, 两头的基本尺寸有不一样的, 也有一样的, 图示画成一样的。制造公差因配合性质不同而不一样, 与模座孔固定的部分加工成 $K7/r6$ 配合。

② 可卸式导柱如图 4-6 所示, 为便于导柱从模座上拆下, 方便对刃口进行重磨而常被采用。此结构导柱的锥形部分和衬套内锥(锥度为 $1/10$) 配合定位, 然后由螺钉和垫圈将导柱固定在一起; 而衬套与模座孔的配合为 $R7/m5$, 衬套与模座还有 2~3 块压板通过螺钉进一步压紧, 使导柱的安装固定非常可靠。压入式导柱和锥度可卸式导柱, 结构已标准化, 直径在 $16 \sim 60\text{mm}$ 之间, 长为 $90 \sim 320\text{mm}$; 既可用于滑动导向, 也可用于滚动导向(如图 4-7 所示)。

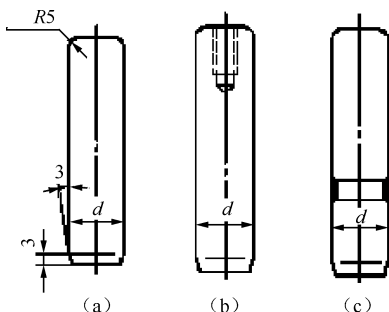
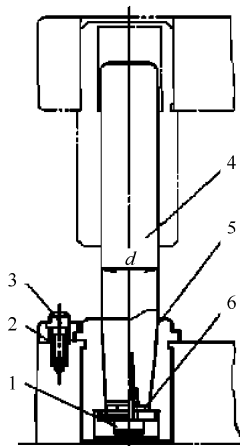
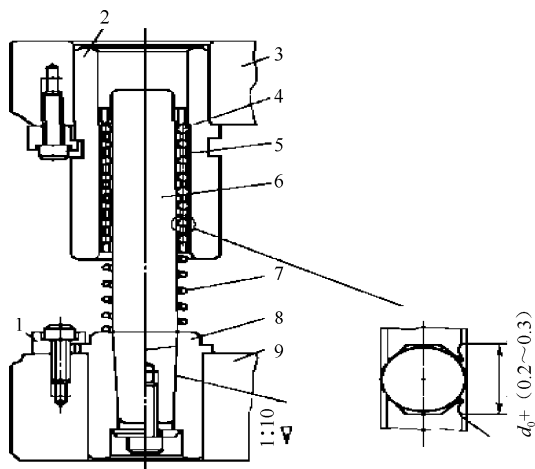


图 4-5 压入式导柱



1—螺钉; 2—压板; 3—螺钉; 4—导柱; 5—衬套; 6—垫圈

图 4-6 锥度可卸式导柱之一



1—压板；2—导套；3—上模座；4—滚珠；5—保持；6—导柱；7—弹簧；8—衬套；9—下模座

图 4-7 锥度可卸式导柱之二

图 4-8 所示为利用压板固定的可卸式导柱。图 4-8 (a) 利用三块压板压紧固定导柱。图 4-8 (b) 用一块压板在模座里通过螺钉拉紧固定导柱，图 4-8 (c) 则用一整块压边圈压紧固定导柱。上述三种导柱为非标准型结构，固定与定位精度，主要靠导柱的台阶与轴线的高度垂直来保证。固定部分与孔为过盈配合，但过盈量小，按 T7/f6 或 P7/h6 配合，故拆卸比较方便。导柱固定部分进入模座孔内的有效长度不宜太长，取 4~5mm，其余部分为让位，其直径比固定配合部分小 0.03~0.05mm。

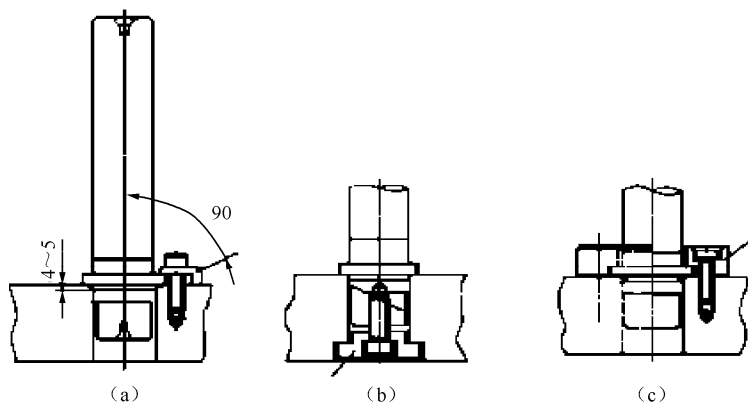
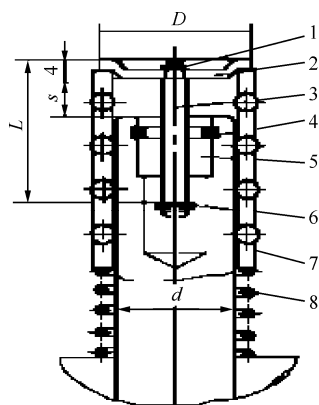


图 4-8 压板可卸式导柱图

③ 滚动式导柱的一般结构和滑动导向导柱一样，如图 4-9 所示。滚动式导柱为直通式结构。当需要控制保持圈不能脱离导柱时，或控制保持圈的活动量在一定范围内时，这种滚动式导柱结构有些变化，如图 4-9 和图 4-10 所示。这种结构常用于压力机的行程不能调整或弯曲件、拉深件要求一定大的行程高度，导套脱离导柱时采用。

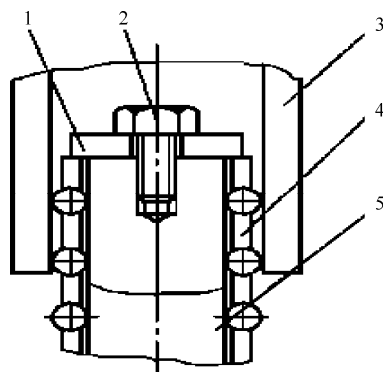
如图 4-9 所示，当导套脱离导柱后，保持圈 7 受弹簧 8 的作用往上顶起（弹簧 8 同时对保持圈 7 可能出现的下沉起限位作用），导轴 3 上的限位帽压着保持圈 7 一起向上运动，当导轴下端的挡圈 6 被挡块 5 挡住后，保持圈的大部分离开导柱，一部分仍留在导柱上；下模下行时，导套先进入保持圈，并会同保持圈一起全部进入到导柱内，保持良好的导向位置和

精度。如图 4-10 所示, 由于挡圈 1 直接固定在导柱的上端, 挡住了保持圈只能在导柱上而始终不能脱离导柱。



1—轴用弹性挡圈; 2—限位帽; 3—导轴; 4—孔用弹性挡圈; 5—挡块; 6—轴用挡圈; 7—保持圈; 8—弹簧

图 4-9 滚动保持圈控制式导柱之一



1—挡圈; 2—螺钉; 3—导套; 4—滚珠保持圈; 5—导柱

图 4-10 滚动保持圈控制式导柱之二

④ 独立式导柱又称独立导柱或可拆卸导向部件。这种导向件主要用于大型的非标准模架, 或当模架上需补充导向副时使用。由于不必在模座上用精密机床加工要求很高的固定导柱、导套孔, 以及可以在模座的任意位置根据模具结构和使用的需要随意设置而被日益广泛应用。根据导向副导向方式的不同, 独立导柱也有滑动导向和滚动导向。滑动导向副又分为无导套导向和带导套导向两种, 不同的独立导柱如图 4-11 所示。导柱的直径(一般为 19~50mm)和长度(一般为 90~310mm)规格很多, 我国的一些模具和标准件专业厂按标准化要求已可以成批生产, 可供用户选用。

(2) 导套

导套和导柱作为模架上一对导向副, 总是配套使用, 加工时也是研合配套在一起, 互不分离。导套的种类和导柱十分相似, 如按安装特点分为压入式导套、粘接式导套和可卸式导套三种; 按导向特点分为滑动式和滚动式两种; 按是否含自润滑材料分不含自润滑材料的导套(即常规的普通导套)和含自润滑材料的导套(即含油导套)两种。

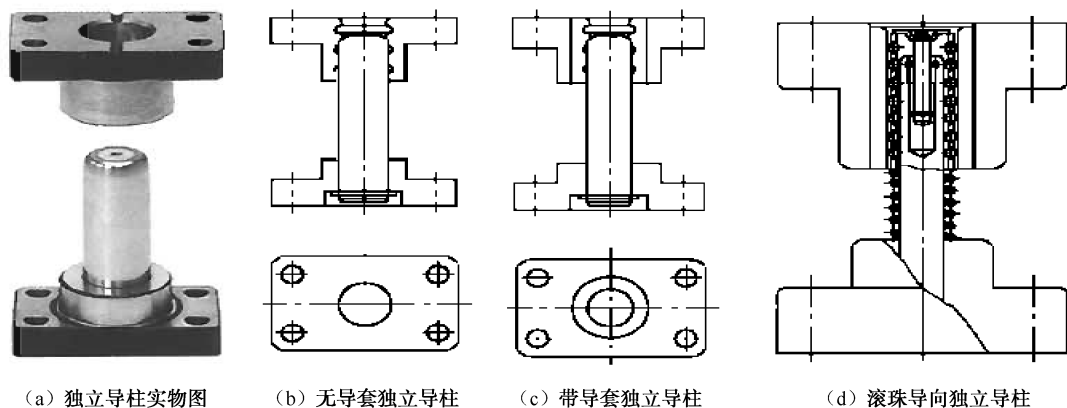


图 4-11 独立导柱

导套的基本结构为一圆的厚壁空心管。滑动导套的内壁有环形或螺旋形油槽，便于储油以经常保持和导柱润滑；滚动导套的内壁则为光滑的表面。含油导套的内壁也是光滑的表面，但在金属基体工作面上填充了特殊的固体润滑剂（石墨、MOS2、PTFE 等），使其具有一定的承载能力和良好的自润滑性与耐磨性。图 4-12 所示为几种常用的导套及固定方式。

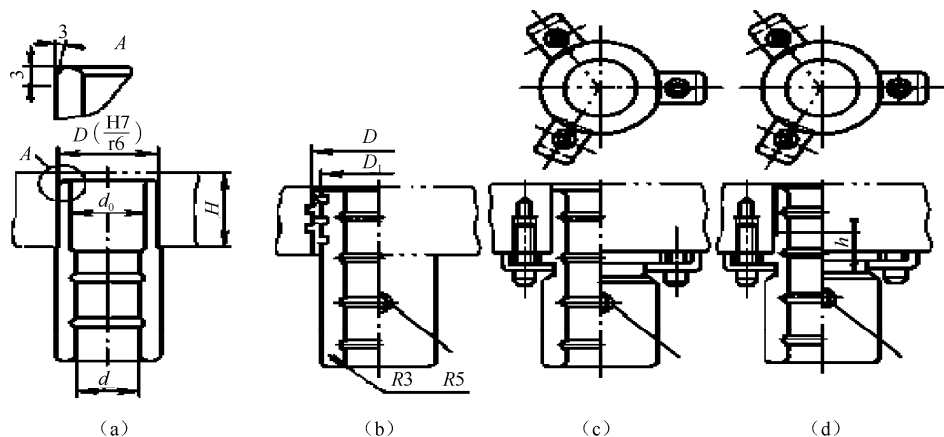


图 4-12 常用导套

图 4-12 (a) 为压入式导套，固定端的头部设计有引导部分，装配时起引导作用。由于固定部分是过盈配合，考虑到装配时可能产生内孔收缩，所以将内径 d_0 加工成比 d 大 $0.5 \sim 1\text{mm}$ ，内径 d_0 的深度应比上模座的厚度 H 大一些才比较合理。压入式导套因结构简单，制造方便而被广泛应用。

图 4-12 (b) 为粘接固定式导套。对模座孔的加工要求不严，它不需要精密机床加工模座孔。常用环氧树脂或无机粘结等工艺在常温下或一定的温度下粘接固定。因工艺简便、粘接后能保持较高的位置精度和强度而被采用。

为了保证粘接强度和控制位置精度，在粘接前，对导套和模座孔的被粘接部分圆周上，应加工出几条环形槽，导套与模座孔之间留有一定的间隙十分重要。不同粘接工艺所留的间隙大小是不同的：采用环氧树脂粘结，尺寸 $D=D_1+(2 \sim 4)\text{mm}$ ；采用无机粘结时，取 $D=D_1+(0.4 \sim 0.6)\text{mm}$ 。

图 4-12 (c)、(d) 为可拆卸式导套。导套的固定由三块压板压住导套的台阶后通过螺钉

旋紧固定牢。为了保证安装质量,加工时要求导套的台阶同轴线保持垂直,同时三块压板高度尺寸应做到完全一致。图 4-12 (c) 为导套和模座孔之间的配合,过盈量较小,可按 H6/k5 加工。图 4-12 (d) 导套和模座孔之间配合部分较短,图中 $h=4\sim 5\text{mm}$,其余部分为让位,导套与模座孔可按 N7/h6 加工。

图 4-13 所示为自润滑导套的基本形式,已标准化;导套的基本材料有灰铸铁、铜合金和低碳钢。其中图 4-13 (a)、(b) 为直导套,因为它在装配时全部被镶入模板内,抵抗侧向能力较强,故使用较多;图 4-13 (c) 导套的口部有加强环,虽未全部镶入模板基体内,也有较强的抵抗侧向力的能力;图 4-13 (d) 为中部带有凸肩的导套,导套的长度和孔径比较大,导向精度高,但装配时,台肩以外部分没有全部镶入模板基体中,如使用不当,外露部分容易产生裂纹。

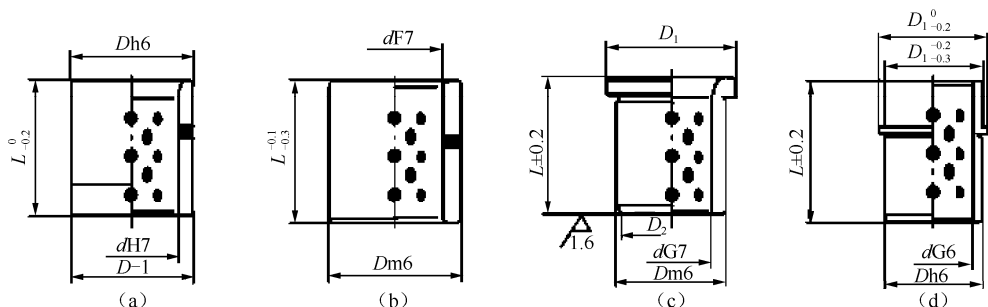


图 4-13 自润滑导套结构

自润滑导套主要用于高速、长寿命、高精度的模具。在不加油的情况下,能保持自润滑,避免油污公害,净化工作环境。

导柱和导套一样要求表面硬而耐磨,对于大批量生产的滑动导向导柱、导套,常用 20 钢制造,并经渗碳淬火处理,硬度为 58~62HRC。滚动导向导柱、导套常用 GCr15 钢制造,淬火硬度为 60~64HRC。表面粗糙度:对于滑动导向,导柱为 $Ra0.1\mu\text{m}$,导套为 $Ra0.2\mu\text{m}$,对于滚动导向,导柱、导套均为 $Ra0.05\mu\text{m}$,详细技术要求见相关标准。

(3) 保持圈

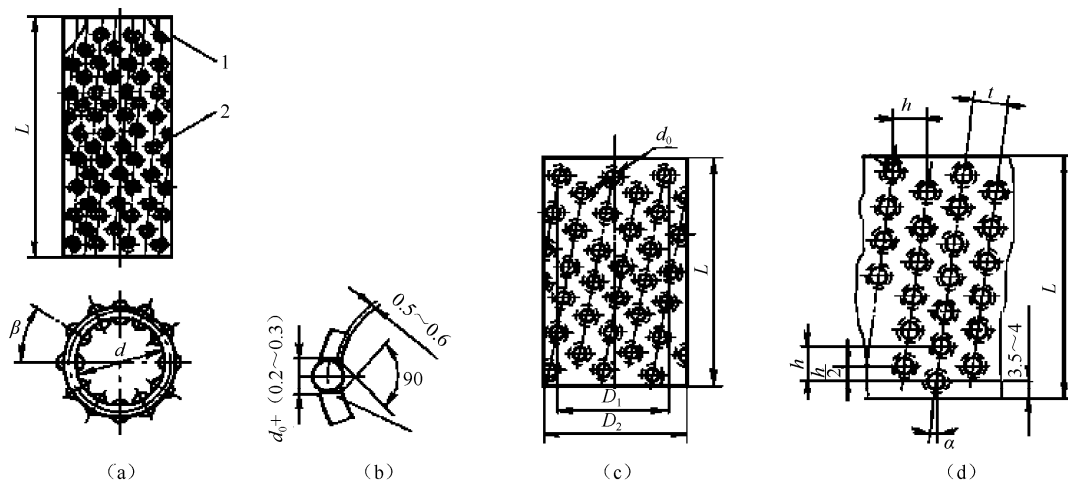
① 滚珠保持圈。滚动导柱、导套的特点之一就是它们之间有一层按一定次序排列的滚珠和用于保持滚珠相对位置的滚珠保持圈,简称保持圈,如图 4-14 所示。图 4-14 (a) 为滚珠保持圈的装配图,零件 1 为滚珠保持圈,零件 2 为滚珠;图 4-14 (b) 为单个滚珠在保持圈内放大后的状况;图 4-14 (c)、(d) 为保持圈滚珠的排列位置和展开图。

滚珠在保持圈中的分布,径向圆周角 β 为一均布值 ($\beta=30^\circ$ 、 36° 、 40° 等),轴向间距相等,但不在一条母线上,每个滚珠在轴向有独立轨道,轴向每一行滚珠与轴线的倾斜角为 α 。国标 GB 2861.10—1990 中规定, $\alpha=8^\circ$,一般 $\alpha=5^\circ\sim 10^\circ$ 。滚珠间距 $t>2d_0$ 。 d_0 为钢球(即滚珠)直径,保持圈中常用 $d_0=3\sim 4\text{mm}$ 。为了保证滚珠都能均匀接触导柱、导套表面,对钢球的质量要求较严。直径公差应控制在 0.002mm 之内,圆度误差为 0.0015mm 。钢球按标准 GB308—1989 (01) 级选用。

导套与导柱和滚珠的尺寸按下式计算,即

$$D=d+2d_0- (0.01\sim 0.02) \quad (4-1)$$

式中: D ——导套内孔直径, mm;
 d ——导柱直径, mm;
 d_0 ——钢球直径, mm;
 $0.01 \sim 0.02$ ——滚珠与导套、导柱间的过盈量, mm。



1—滚珠保持圈; 2—滚珠

图 4-14 滚珠保持圈

圈的内、外径分别与导柱外径和导套内径保持 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ 的间隙。滚珠装入后在孔的外侧要加工一下, 使滚珠在保持圈内既能灵活转动又不能脱落。滚珠装入保持圈后传统的加工方法是在滚珠孔的外侧周围进行点式压痕铆住, 其尺寸见图 4-14 (b) 局部放大, 但这种工艺不易掌握好, 如果压铆的分寸控制不好, 滚珠脱落和不灵活转动的情况都存在。最新的方法是采用沟槽圆周锁珠工艺。

为了保证导柱、导套在压力机滑块的全行程中始终相互起作用, 保持圈的长度 L 应大于该模具所确定的行程 (即所选压力机行程); 并要求当上模升至最高点时, 保持圈仍有相当数量的滚珠起导向作用, 其保持圈的长度 L 由下式确定, 即

$$L = s/2 + (3 \sim 4) h \quad (4-2)$$

式中: L ——保持圈的总长度, mm;

s ——压力机行程, mm;

h ——滚珠间垂直距离, mm。

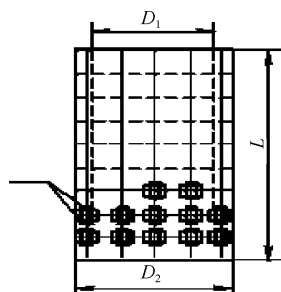


图 4-15 滚针保持圈

② 滚针保持圈和滚珠保持圈的功能完全一样, 结构也一样, 唯一不同之处是装滚针的孔为长方孔, 如图 4-15 所示。滚柱在保持圈中的排列为同轴线平行, 滚柱间为等距离无倾斜角。

滚针在保持圈上安装时, 滚珠的尺寸公差必须满足配合精度要求, 其误差需控制在 $0.001 \sim 0.0015 \text{ mm}$ 。滚珠在保持圈内, 同样应做到运动灵活, 不能脱落。

保持圈常用韧性和耐磨性较好的黄铜、铝合金或尼龙塑料制成。尼龙耐磨, 韧性比较好, 又可以用模具注塑成形, 故专业厂生产的

产品均有此类型。

3. 模柄设计

模柄是中小型级进模模架上一个不可缺少的零件,通过它使上模部分迅速找正位置,直接与压力机滑块连接固定在一起,以实现冲压的往复运动。因此,模柄的直径和长度应与压力机滑块的模柄孔相匹配。

常用的模柄种类如图 4-16 所示。图 4-16 (a) 装拆比较方便,但同模座的垂直度较差,在冲压的冲击振动下,螺纹连接易松动,故不宜用于多工位级进模;如果要用它,导柱和导套在模具的开启和闭合状态下不应脱开。为了防止模柄在上模座中旋转,在螺纹的骑缝处需加一防转螺钉。图 4-16 (b) 为压入式模柄,与上模座成 H7/m6 或 H7/n6 配合,此结构能较好地保证模柄垂直度要求,长期使用后模柄稳定可靠,不会松动,因此在多工位级进模中是最好的一种模柄,应用最多。为防止转动也可装防转螺钉。但对于中小型模具,尤其上模部分重量不大的情况可以不装。

图 4-16 (c) 为带凸缘式模柄,凸缘部分埋入上模座的上平面内,保持和上模座上平面齐平或略低于上模座的上平面,这样才能保证安装后上模座的上平面与压力机滑块的底平面紧密贴合。凸缘用螺钉与上模座连接固定,装拆比较方便,适用于大型模具。图 4-16 (d) 为浮动模柄,它由模柄、球面垫片、连接头组成。对于精密级进模、硬质合金模具,可通过球面垫片消除压力机滑块的导向误差对模具导向精度的影响,所以可考虑采用浮动模柄。但由于模柄、球面垫片和连接头之间存在间隙,浮动模柄在冲压过程中易造成冲压间歇,对于小凸模是不利的,因此使用时需慎重。当使用精度高、刚性好的闭式压力机时,一般不用浮动式模柄。

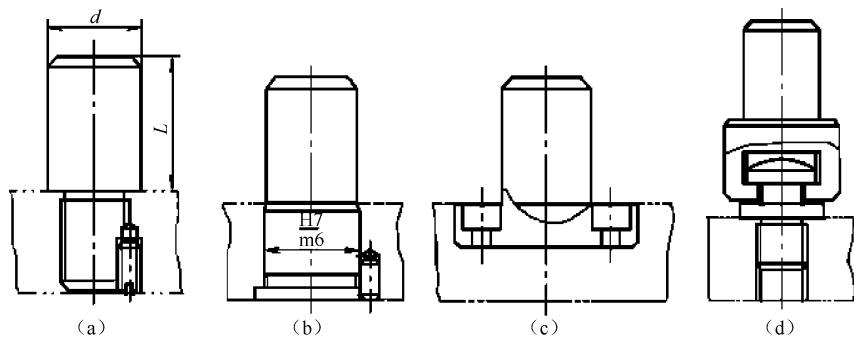


图 4-16 模柄

4. 支撑零件设计

(1) 凸模固定板

它的主要作用是对凸模进行固定,并通过它安装在上模座上,多工位级进模的凸模固定板不仅要安装所有的凸模,有时还要安装内导柱、内导套、导正钉、斜楔、带料的检测装置等,因此,多工位级进模的凸模固定板应达到以下要求。

① 凸模固定板所有型孔的坐标点及加工基准必须与凹模板、卸料板一致,与内导柱、内导套等标准件的配合孔采用 H7/k6 的小过盈配合,与凸模的配合孔采用 H7/m6 或 H7/n6 的过渡配合,有时按实际冲压工作要求也采用 H7/h6 或 H7/h7 的间隙配合。

② 凸模固定板要有足够的强度与刚性,固定板的厚度可查阅相关模具设计手册,有国

家标准，也可取凸模长度尺寸的 $2/5$ 为固定板的厚度尺寸。

③ 凸模固定板一般选用 45 钢或 40Cr 钢，除特殊要求外，不需要进行热处理。

④ 凸模固定板的结构形式应与凹模板相匹配，凹模板的结构形式有整体式、分块式、镶拼式。固定板的结构形式也相应为对应的整体式、分块式、镶拼式。

(2) 垫板

多工位级进模为连续、高速的冲压生产，是多种冲压工艺的组合，因此，在凹模板、固定板、卸料板（纯冲裁的多工位级进模除外）的背面都必须衬以经过热处理的垫板。凸模固定板后面的垫板是为防止凸模在冲压过程中，由于冲压力的集中而把模座的接触面压坏。尤其在多工位、高速冲压时，冲压时极易损伤凸模，所以在固定板与上模座间必须衬以经过热处理的垫板。

多工位级进模卸料板内一般都会因冲压工艺的不同需要，而有可能设有向上弯曲成形的凹模、翻边凹模、镶套、镶件等模具工作零件，为防止这些模具成形零件在冲压过程中产生位移，在卸料板背面必须衬以经过热处理的垫板。

多工位级进模的凹模板内大多设有导套、冲孔凹模镶套、弯曲成形镶块等工作零件。同样为防止这些模具工作零件在冲压过程中产生位移，在凹模板与下模座之间必须衬以经过热处理的垫板。

凹模板后的垫板有时也用来固定向上成形的小凸模、镶件，有时需要在垫板上安装侧向冲压等传动结构零件、装置等，这时可采用 45 钢或 40Cr 钢调质的热处理方法，使其既有一定的可加工性，又有一定的硬度和耐磨性。

凹模垫板厚度一般为凹模板厚度的 $2/5$ ，凸模固定板及卸料板后的垫板厚度一般为凸模固定板及卸料板厚度的 $1/3 \sim 1/2$ 。

(3) 模脚

如前所述，模具的闭合高度要小于压力机的最小装模高度，而实际上工厂往往出现压力机最小装模高度较大，盲目增加模具的闭合高度会导致模具成本过高。这种情况下，解决的办法通常有两个：一是在上模增加垫板，这种方法在小型模具中应用非常广泛；另一种是在大型模具的下模增加模脚，如图 4-17 所示。

模脚的作用不仅能增加模具的闭合高度，另外也方便存放与搬运（采用叉车运输）。如图 4-17 所示，设计时尺寸 L_1 的大小既要满足模脚的强度；同时为了满足叉车搬运，模脚之间的距离 L 必须大于叉车叉脚宽度，高度 H 要大于叉车叉脚的高度。在设计采用模脚增加模具闭合高度时，一定要注意模脚不能阻挡漏料。

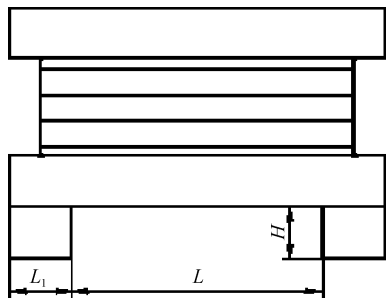


图 4-17 模脚尺寸的确定

4.2 NX PDW模架设计与管理


模架是模具的主体结构,用于连接级进模的所有零件,并承受冲压过程中的全部载荷。本节主要介绍如何使用 PDW 所提供的模架库及其设计工具,包括装载模架、分割模架/模板、对齐模架/模板、调整模架/模板长度。

4.2.1 模架设计

4.2.1.1 功能概述

【模架】(Die Base)工具,提供了多种类型的预配置模架供用户使用,其部分模架既包含螺钉、销钉,也包含导柱和导套,另一部分是只有模板。可根据设计需要在留出板厚空间的前提下删除该块板;也可直接删除某块模板而不留任何间隙。

4.2.1.2 使用方法

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard)选项卡中,单击【模架】(Die Base)图标,弹出如图 4-18 (a) 所示的【管理模架】(Manage Die Base)对话框及如图 4-18 (b) 所示的【信息】(Information)对话框。

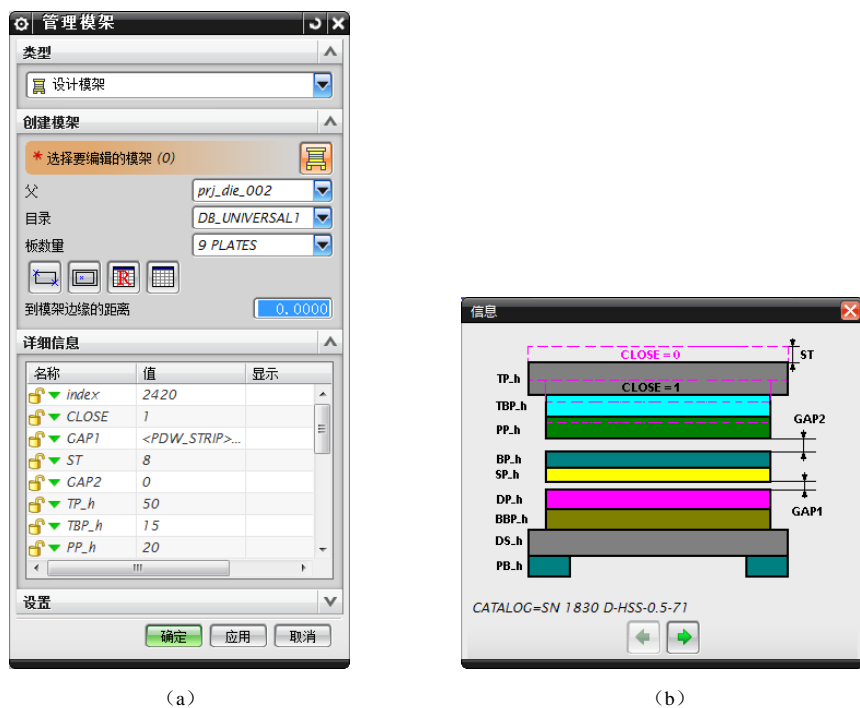




图 4-18 【管理模架】(Manage Die Base)对话框和【信息】(Information)对话框


(2) 在【创建模架】(Create Die Base)组中,为将要装载的模架指定【父】(Parent)节点,系统默认指定*_die节点作为模架的父节点。


- 【信息】(Information)对话框是一个图片信息窗口,独立于【模架管理】(Management

Die Base)对话框,可单独关闭此窗口。若需再次显示此窗口,可通过在【模架管理】(Management Die Base)对话框中切换【目录】(Catalog)或者【板数量】(Plate Numbers)来实现。

- 单击【信息】(Information)对话框中的【下一步】(Next)图标或者【上一步】(Previous)图标,可浏览其他视角的模架图片。




(3) 在【创建模架】(Create Die Base)组中,从【目录】(Catalog)下拉列表中选择其中一种,并选择合适的【板数量】(Plate Numbers)。

(4) 单击【拾取工作区域】(Pick Work Area)图标,系统自动将*_Strip 部件设为工作部件,并且切换为俯视图,弹出【点】(Point)对话框。这时,需要在图形窗口中根据模具的工作区域单击指定左上角点,然后移动鼠标到工作区域的右下角,再选择,自动返回【管理模架】(Manage Die Base)对话框,这样就可通过一个四边形来确定模架的大小。系统根据工作区域的大小,推荐对应规格模架。

(5) 单击【指定参考点】(Specify Reference Point)图标,弹出【点】(Point)对话框,根据设计需要指定模架左侧边缘的参考点,如工作坐标的原点或导正孔的中心。在完成参考点的指定后,单击【确定】(OK)按钮将自动返回【管理模架】(Manage Die Base)对话框。

(6) 在【到模架边缘的距离】(Distance to Die Base Edge)中输入模架左侧边缘与参考点的X方向上的距离。

(7) 在【详细信息】(Details)组中,根据设计需要,可以修改模架大小、模板的厚度和模板的开闭状态等参数。

- 在【名称】(Name)中,单击【锁定】(Lock)标记可将本参数值锁定,同时标记将更改为。若需解锁,再次单击即可。
- 在【名称】(Name)列中,若表达式名称前有标记,则说明系统在【值】(Value)列提供了下拉式参数选择。
- 对于模架部分,如 Regular Die,可通过取消【显示】(Show)列中的标记,即可在装载的模架中不再显示该模板,同时留下和板厚一致的间隙。
- 若不需要装载某块模板,将其厚度设置为0即可。
- 可在【值】(Value)中双击某个数值进行直接修改,若新输入的数值不属于标准数值,则系统将以红色显示。

(8) 若待加载的模架是重用此前保存的模架,则可勾选【仅加载模架(不更新参数)】[Load Die Base Only (Don't Update Parameters)]复选框显示检查符,这样可以提高模架的装载速度。

(9) 若需对模架组件进行重命名,则可在【设置】(Settings)组中,勾选【重命名组件】(Rename Component)复选框显示检查符。

(10) 单击【应用】(Apply)按钮,即可装入模架。

4.2.2 工装设计

4.2.2.1 功能概述

【模架】(Die Base)工具也提供了用于拆分冲模板、合并冲模板、对齐冲模板和改变冲模板长度的功能,以便可以设计出各种符合工程要求的模架。对于常用的模架,可以将其保

存为模板,以便进行重用。通过数据的重用,可以明显提高设计的效率。另外,也可彻底删除当前加载的模架。

4.2.2.2 使用方法

1. 拆分冲模板

(1) 在【管理模架】(Manage Die Base)对话框中,将【类型】(Type)设置为【设计工装】(Design Tools),如图4-19所示。

(2) 在【刀具选项】(Tool Option)组中,单击【拆分冲模板】(Split Die Plates)图标。

(3) 若需拆分整个子模架,就选择【整个子模架】(Whole Sub-Diebase);若需拆分某块模板,就选择【单板】(Single Plate)。

(4) 在图形窗口中选择需要进行拆分的模板。若此前已指定要拆分整个子模架,那么系统会在单击选择一块模板后自动选中所有的子模架。

(5) 指定拆分的方向,系统提供了两种选择,【沿X向】(Along X Direction)和【沿Y向】(Along Y Direction)。


(6) 指定拆分【间隙】(Gap)的大小。

(7) 选择【拾取拆分位置】(Pick Split Location),系统自动将*_Strip 部件设为工作部件以方便选择拆分的位置。鼠标在移动时,屏幕上会显示实时的长度信息;在大致要拆分的位置单击,返回【管理模架】(Manage Die Base)对话框。

(8) 在对话框的下部,显示出【第一块板长度/宽度】(First Plate Length/Width)和【第二块长度/宽度】(Second Plate Length/Width)的信息,根据实际情况,可以直接输入模板的长度/宽度值以便进行精确指定。

(9) 单击【应用】(Apply)按钮,即可将所选模架/模板分开。

2. 合并冲模板

(1) 在【刀具选项】(Tool Option)组中,单击【合并冲模板】(Merge Die Plates)图标。


(2) 若需合并整个子模架,就选择【整个子模架】(Whole Sub-Diebase);若只需合并模板,就选择【单板】(Single Plate)。

(3) 在图形窗口中选择需要进行合并的模架/模板。

(4) 指定合并的方向。

(5) 单击【应用】(Apply)按钮,即可将所选模架/模板合并。

3. 对齐冲模板

(1) 在【刀具选项】(Tool Option)组中,单击【对齐冲模板】(Align Die Plates)图标。

(2) 若需对齐整个子模架,就选择【整个子模架】(Whole Sub-Diebase);若需对齐模板,就选择【单板】(Single Plate)。

(3) 在图形窗口中选择需要进行对齐的模架/模板。

(4) 指定对齐的方向。

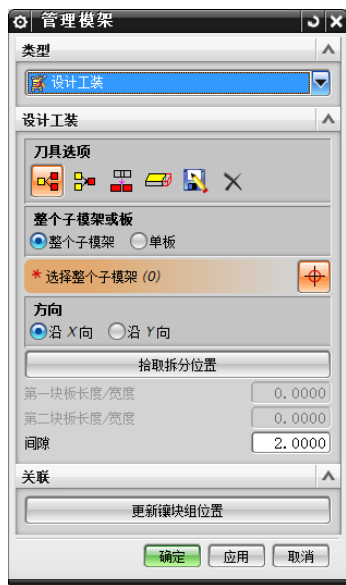



图4-19 设计工装

- (5) 指定两组模板之间的间隙值, 即设置【间隙】(Gap)。
- (6) 单击【应用】(Apply) 按钮, 即可将所选模架/模板对齐。

4. 调整冲模板长度

(1) 在【刀具选项】(Tool Option) 组中, 单击【调整冲模板长度】(Adjust Length of Die Plates) 图标。

(2) 若需调整整个子模架的长度, 就选择【整个子模架】(Whole Sub-Diebase); 若需调整某块模板的长度, 就选择【单板】(Single Plate)。

(3) 指定调整方向。


(4) 选择【拾取位置】(Pick Location), 弹出【点】(Point) 对话框。

(5) 在图形窗口中出现以虚线显示的四边形, 它是待调整长度的模板的大小。若此前设置了沿 X 向调整, 则移动鼠标到左侧/右侧边缘; 在确认鼠标中心的四边形内时单击, 即可选中虚线边缘并进行移动, 在合适的长度位置处单击, 这时就可返回【管理模架】(Manage Die Base) 对话框。

(6) 若有需要, 可在【板长度/宽度】(Plate Length/Width) 中输入数值, 以便进一步精确指定调整后的模板长度。

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 即可将对模板长度进行调整。

5. 另存为模板

(1) 在【刀具选项】(Tool Option) 组中, 单击【另存为模板】(Save as Template) 图标。


(2) 在图形窗口中选择模架。

(3) 单击【应用】(Apply) 按钮, 弹出【在输出目录中选择/创建文件】(Select/Create a file under output directory) 对话框, 这时可以指定模板放置的目标路径和文件名, 然后单击【确定】(OK) 按钮。

(4) 弹出【部件名管理】(Part Name Management) 对话框, 如有需要可以修改新部件的名称。

(5) 单击【确定】(OK) 按钮, 系统将通过复制技术将模架复制到指定目录, 以后通过注册便可重用这种模架数据。

6. 删除模架

(1) 在【刀具选项】(Tool Option) 组中, 单击【删除模架】(Delete Die Base) 图标。

(2) 在图形窗口中选择模架。


(3) 单击【应用】(Apply) 按钮, 即可彻底删除所选模架。

4.2.3 冲模设计设置

4.2.3.1 功能概述

利用【冲模设计设置】(Die Design Setting) 工具可以指定级进模的关键设计参数, 这些参数在接下来的设计中将被频繁地使用, 如凸、凹模间隙、冲头补偿、抬料高度等。在这里设置这些参数, 可确保在以后的设计中均使用一致的参数。

4.2.3.2 使用方法

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【冲模设计设置】(Die Design Setting) 图标, 弹出如图 4-20 所示的【冲模设计设置】(Die Design Setting) 对话框。系统自动将*_var 部件设置为工作部件, 实际上这些部件均读取该文件。

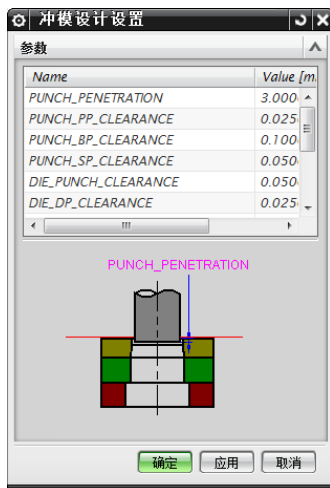


图 4-20 【冲模设计设置】(Die Design Setting) 对话框

- (2) 在【参数】(Parameter) 组的【值】(Value) 列中, 双击需要更改的数值。
- (3) 输入新的数值。
- (4) 单击【应用】(Apply) 按钮, 即可完成对数值的修改。

4.3 案例分析

本练习将介绍如何为现有的项目添加模架, 并对模架进行分割、对齐及调整模板长度。

4.3.1 案例 4-1: 模架设计

将练习目录 “\...chapter_4\” 中的 case_1 文件夹复制到电脑中。打开 case_1\prj_control_013.prt, 这是一个已经完成废料设计的项目。

1. 添加模架



- (1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条上, 单击【模架】(Die Base) 图标, 弹出【管理模架】(Manage Die Base) 对话框。
- (2) 将【类型】(Type) 设置为【设计模架】(Design Die Base)。
- (3) 从【父】(Parent) 下拉列表中选择 prj_diebase_016。
- (4) 在【目录】(Catalog) 下拉列表中选择 DB_UNIVERSAL1, 【板数量】(Plate Numbers) 为 9 PLATES, 如图 4-21 所示。
- (5) 确定模架工作区域的大小。
- ① 单击【拾取工作区域】(Pick Work Area) 图标, 弹出【点】(Point) 对话框。



图 4-21 选择模架类型

② 在模具工作区域的左上角单击，移动鼠标到右下角，此时会有一个红色的矩形跟随鼠标移动，它表示工作区域的大小，再次单击，如图 4-22 所示；同时自动返回【管理模架】(Manage Die Base) 对话框。

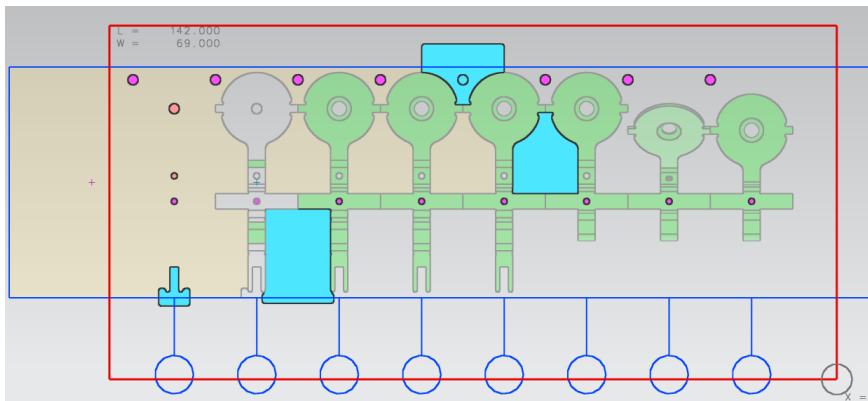


图 4-22 确定工作区域

③ 系统根据区域的大小自动推荐一款相近尺寸的标准模架。注意观察【详细信息】(Detail)组的index参数,值已经变成2420,意味着系统推荐使用长度为240mm、宽度为200mm的模架。若需更改模具参数,可以直接在【详细信息】(Detail)中的对话框中修改。

(6) 指定模架参考点。


① 单击【指定参考点】(Specify Reference Point) 图标, 弹出【点】(Point) 对话框。

② 单击对话框中的【重置】图标, 使坐标值归零。

③ 单击【确定】(OK) 按钮, 将工作坐标的原点设为参考点; 同时自动返回【管理模架】(Manage Die Base) 对话框。

④ 在【到模架边缘的距离】(Distance to Die Base Edge) 文本框中输入-20, 即子模架左边缘位于X轴负向距离为20mm的位置。

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将装载模架, 结果如图 4-23 所示。

(8) 双击顶层节点 prj_control_013, 将其设为工作部件; 然后在【标准】(Standard) 工具条上单击【保存】(Save) 按钮, 使系统保存装配中的所有文件。

至此, 案例 4-1 中的模架设计操作完成。根据模具结构的需要及其他要求, 有时在添加模架时需删除某块模板, 下面介绍如何在添加模架时删除某块模板。

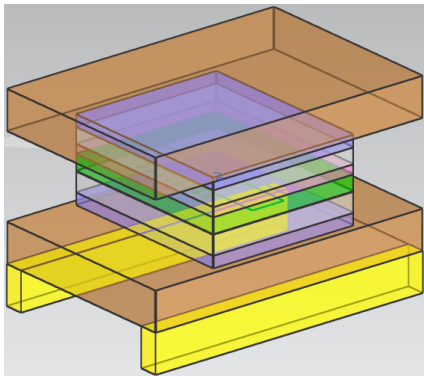


图 4-23 已装载的模架

2. 删除冲模板

(1) 在【管理模架】(Manage Die Base)对话框中,将【类型】(Type)设置为【设计模架】(Design Die Base)。

(2) 从【父】(Parent)下拉列表中选择 prj_diebase_016。

(3) 从【目录】(Catalog)下拉列表中选择 Regular_Die。

(4) 从【板数量】(Plate Numbers)下拉列表中选择 9 PLATES。

(5) 确定模架工作区域的大小。

① 单击【拾取工作区域】(Pick Work Area)图标,弹出【点】(Point)对话框。

② 在模具工作区域的左上角单击,移动鼠标到右下角,此时会有一个红色的矩形跟随鼠标移动,它表示工作区域的大小,再次单击,如图 4-24 所示;同时自动返回【管理模架】(Manage Die Base)对话框。

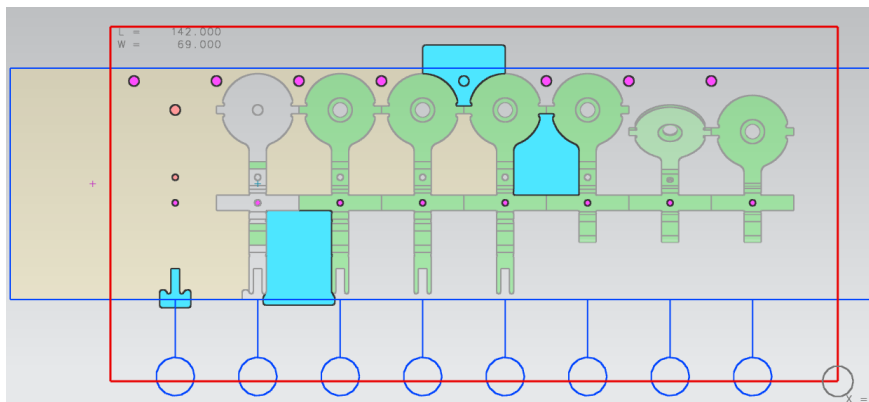


图 4-24 确定工作区域

③ 系统根据区域的大小自动推荐规格为 2420 的模架,即长度为 240mm,宽度为 200mm 的。

(6) 指定模架参考点及位置。

① 单击【指定参考点】(Specify Reference Point)图标,弹出【点】(Point)对话框。

② 单击对话框中的【重置】图标,使坐标值归零。

③ 单击【确定】(OK)按钮,将工作坐标的原点设为参考点;同时自动返回【管理模架】

(Manage Die Base) 对话框。

④ 在【到模架边缘的距离】(Distance to Die Base Edge) 文本框中输入-20, 即子模架左边缘位于 X 轴负向距离为 20mm 的位置。

(7) 在【详细信息】(Details) 组中找到 TBP_h , 选择对应的检查框关闭检查符, 如图 4-25 (a) 所示。这样表示在加载的模架中不显示上垫板, 但会留出这块板的厚度间隙。

(8) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统装载如图 4-25 (b) 所示的模架。

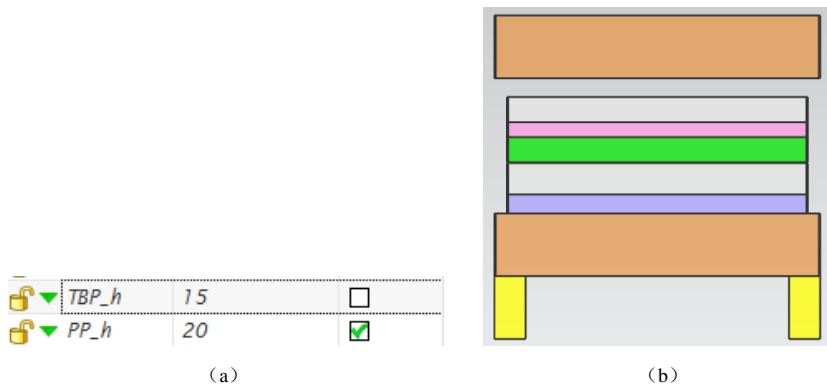


图 4-25 隐藏上垫板

(9) 若不需要留出这块板的间隙, 也就是完全删除这块板, 则可将 TBP_h 的值改为 0, 如图 4-26 (a) 所示。由于该数值不在模架的数据库中, 因此表达式名称将以红色显示。

(10) 单击【应用】(Apply) 按钮, 更新后的模架如图 4-26 (b) 所示。

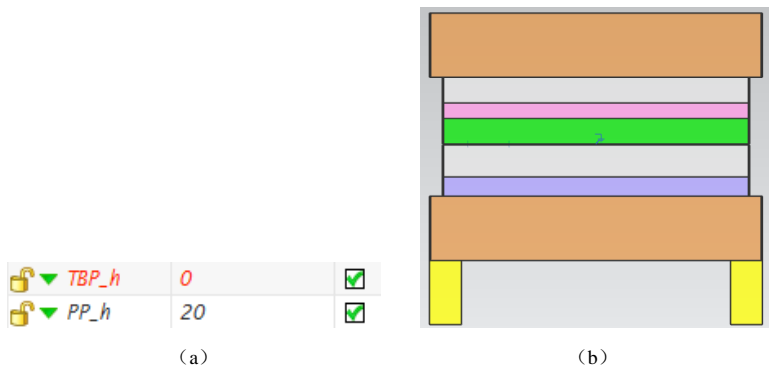



图 4-26 删除上垫板

(11) 双击顶层节点 prj_control_013, 将其设为工作部件, 然后在【标准】(Standard) 工具条上单击【保存】(Save) 按钮 , 使系统保存装配中的所有文件。

4.3.2 案例 4-2: 模架设计

将练习目录 “\...chapter_4\” 中的 fr_case01_stp 文件夹复制到电脑中。打开 case_2\prj_control.prt, 这是一个已经完成废料设计的项目。

1. 添加模架


(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条上, 单击【模架】(Die Base) 图

标, 弹出【管理模架】(Manage Die Base) 对话框。

(2) 将【类型】(Type) 设置为【设计模架】(Design Die Base)。

(3) 在【目录】(Catalog) 下拉列表中选择 *DB_UNIVERSAL6*, 【板数量】(Plate Numbers) 为 5 *PLATES*, 如图 4-27 所示。

(4) 确定模架工作区域的大小。

① 单击【拾取工作区域】(Pick Work Area) 图标, 弹出【点】(Point) 对话框。

② 在模具工作区域的左上角单击, 移动鼠标到右下角, 此时会有一个红色的矩形跟随鼠标移动, 它表示工作区域的大小, 再次单击, 如图 4-28 所示; 同时自动返回【管理模架】(Manage Die Base) 对话框。



图 4-27 选择模架类型

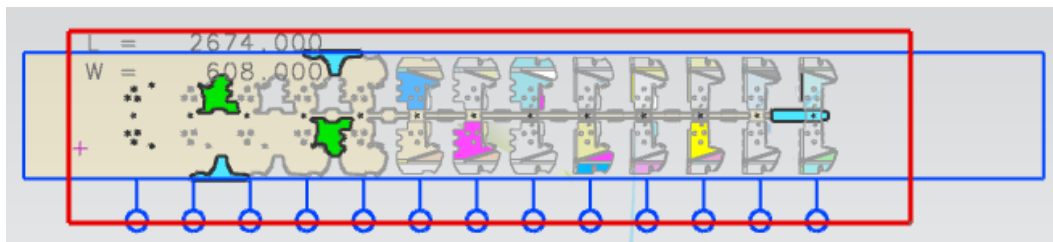


图 4-28 确定工作区域

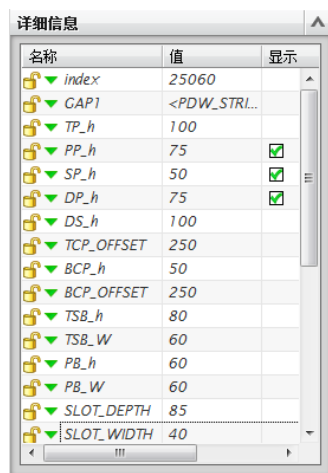



图 4-29 参数设置

③ 系统根据区域的大小自动推荐一款相近尺寸的标准模架。注意观察【详细信息】(Detail) 组的 *index* 参数, 值已经变成 25060, 意味着系统推荐使用长度为 2500mm、宽度为 600mm 的模架。在【详细信息】(Detail) 组中对话框, 将 *SLOT_DEPTH* 设置为 85, *SLOT_WIDTH* 设置为 40, 如图 4-29 所示。

(5) 指定模架参考点。

① 单击【指定参考点】(Specify Reference Point) 图标, 弹出【点】(Point) 对话框。


② 单击对话框中的【重置】图标, 使坐标值归零。

③ 单击【确定】(OK) 按钮, 将工作坐标的原点设为参考点; 同时自动返回【管理模架】(Manage Die Base) 对话框。

④ 在【到模架边缘的距离】(Distance to Die Base Edge) 文本框中输入 50, 即子模架左边缘位于 X 轴正向距离为 50mm 的位置。

(6) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将装载模架, 结果如图 4-30 所示。

2. 拆分模板

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条中, 单击【视图管理器】(View Manager) 图标, 弹出【视图管理器浏览器】(View Manager Browser)。

(2) 找到 *Top_Control* 下的 *Top Half* 节点, 单击检查框使其呈灰色显示, 使上模部分隐藏。

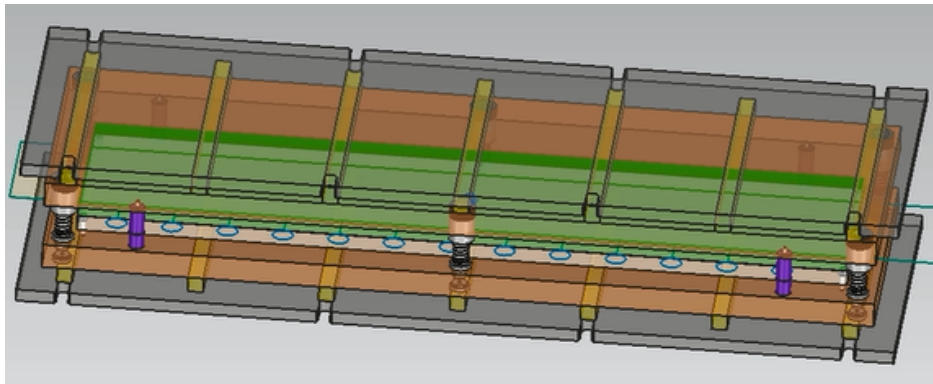



图 4-30 已装载的模架

(3) 在【管理模架】(Manage Die Base) 对话框, 将【类型】(Type) 设置为【设计工装】(Design Tools)。

(4) 单击【拆分冲模板】(Split Die Plates) 图标 , 确认选择了【整个子模架】(Whole Sub-Diebase) 和【沿 X 向】(Along X Direction)。

(5) 将【间隙】(Gap) 设置为 2mm。

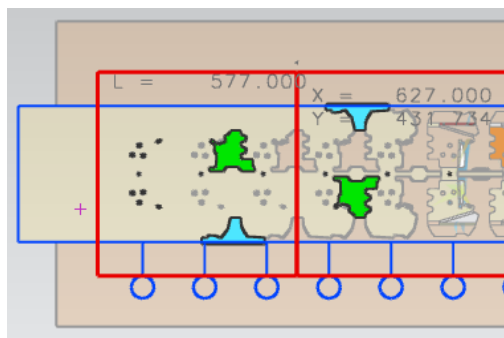
(6) 在图形窗口中, 选择其中一块模板, 系统将自动选中整个子模架。

(7) 单击【拾取拆分位置】(Pick Split Location), 系统将切换到顶视图; 移动十字光标到图 4-31 (a) 所示的位置, 单击左键, 返回【管理模架】(Manage Die Base) 对话框。

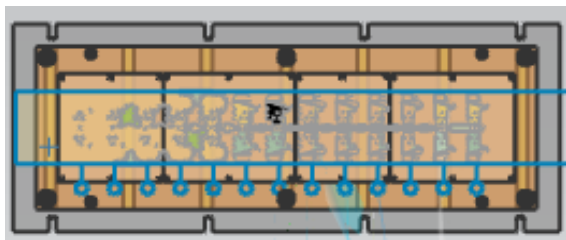
(8) 若需进一步调整模板的长度, 可以在对话框中直接输入数值。

(9) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将模板进行分割。

(10) 使用相同的方法可继续拆分子模架, 结果如图 4-31 (b) 所示。




(a)



(b)

图 4-31 拆分子模架

3. 调整模板长度

(1) 在【刀具选项】(Tool Options) 中, 单击【调整冲模板长度】(Adjust Length of Die Plates) 图标 。

(2) 确认选择了【整个子模架】(Whole Sub-Diebase) 和【沿 X 向】(Along X Direction)。

(3) 在图形窗口中选择第一组子模架。

(4) 选择【拾取位置】(Pick Location), 弹出【点】(Point) 对话框。

(5) 在如图 4-32 所示的虚线矩形框的右边缘单击(注意鼠标的中心必须在框内),此时可拖动边缘调整位置;在合适的位置单击,自动返回【管理模架】(Manage Die Base)对话框。

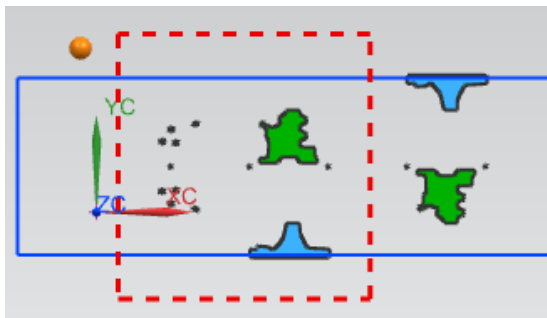



图 4-32 选择改变的边缘

(6) 在【板长度/宽度】(Plate Length/Width)中输入合理的整数数值,如增长模板,输入 600mm。

(7) 单击【应用】(Apply)按钮,系统将对模板长度进行调整。

4. 对齐冲模板

(1) 在【刀具选项】(Tool Options)中,单击【对齐冲模板】(Align Die Plates)图标.


(2) 确认选择了【整个子模架】(Whole Sub-Diebase)和【沿 X 向】(Along X Direction)。

(3) 在图形窗口中选择第一组和第二组子模架。

(4) 将【间隙】(Gap)设置为 10mm。

(5) 单击【应用】(Apply)按钮,第二组子模架将向+X 方向移动,同时保持与第一组子模架有 10mm 的间隙。

5. 保存

双击顶层节点 prj_control,将其设为工作部件,然后在【标准】(Standard)工具条上单击【保存】(Save)按钮,使系统保存装配中的所有文件。

本章习题

1. 常见的模架导向装置分成几类? 其各自的特点是什么?
2. 请叙述模架的设计要求?

第 5 章 多工位级进模的凸、凹模结构设计

模具的优劣很大程度体现在模具结构上，因此，多工位级进模结构设计对模具的工作性能、加工性、成本、周期及寿命等起着决定性作用。

多工位级进模工位多、细小零件和镶块多、机构多，动作复杂，精度高，其零部件的设计，除应满足一般冲压模具零部件的设计要求外，还应根据多工位级进模的冲压成形特点和成形要求、分离工序和成形工序差别、模具主要零部件制造和装配要求来考虑其结构、形状和尺寸，认真进行系统协调和设计。尤其是多工位级进模中的凸、凹模结构设计更是重中之重。

5.1 理论知识

5.1.1 凸、凹模的功能和设计原则

凸、凹模是多工位级进模零部件中的关键零件，必须满足各种特定工序的技术条件，以适应高速、连续、稳定的冲压工作，因此不能用设计一般冲压模具零件的方法进行设计。

5.1.1.1 凸、凹模的功能

凸、凹模是模具的工作零件，不仅在于它直接担负着冲压工作，而且是在模具上直接决定制件形状、尺寸大小和精度的最为关键的零件。多工位级进模中的凸、凹模和其他模具中的凸、凹模一样，都是配对使用，缺一不可。

多工位级进模，一般包含两种或两种以上的冲压工序。由于每个工位的冲压性质的特殊性，有许多相同或不同的地方；因此无论是凸模还是凹模，都要服从冲压性质的特定需要，设计出与技术要求相适应的凸模和凹模。多工位级进模既不同于单工序模具，又离不开单工序模具的实践与理论基础，要求凸、凹模适应高速度、高精度、长寿命和连续稳定冲压生产的要求。

5.1.1.2 凸、凹模的设计原则

1. 凸、凹模应有足够的刚度、强度和硬度

多工位级进模用于高速、连续的冲压加工时，凸、凹模零件的磨损比一般冲压模具大得多，受力状态也是不平衡、不对称、不垂直的，模具损坏的可能性也较大。所以，在多工位级进模设计时应认真进行受力分析、工艺计算，以及凸、凹模零件的刚度、强度校核等；并按不同的冲压工艺、冲件材料、技术要求合理地选择模具零件的结构形式、模具材料及热处理。

理方式。凸、凹模零件的结构设计是否合理、正确，会直接影响模具的刚度和强度。

2. 凸、凹模应有统一的基准

多工位级进模是多种不同冲压性质工序的组合。凸、凹模等主要工作零件种类不同，数量较多。在设计多工位级进模时，应遵循基准统一的原则，以冲件的尺寸基准作为各凹模型孔间坐标位置的统一基准，以该统一基准作为凹模、卸料装置、固定板等模具零件的型孔坐标基准，以及各凸模的安装位置基准。这样既可减少累积误差和减少设计中的计算差错，又便于模具的加工、测量、组装。

3. 凸、凹模结构应简单可靠，方便制造、测量和安装

多工位级进模中的凸、凹模要经得住在高速、长时间连续冲压工作状态下的考验。因此，要求其结构简单，方便制造和维修。一般情况下，复杂的结构或其结构薄弱的地方最容易损坏，损坏后就须修理或更换。如果凸、凹模的结构设计得比较复杂，必然导致制造和测量困难，加工周期增长，不仅直接增加模具成本，还会延误生产。所以凸、凹模结构简单，制造和维修方便也是衡量模具结构好坏的一个重要内容。

4. 凸、凹模间应有合理的间隙

多工位级进模工作零件、卸料零件、定位零件间都要保持不同的间隙要求，主要是定位零件与带料、冲件间，工作零件与卸料零件间；凸、凹模之间因工作、配合有不同的要求，因而应选择不同的间隙配置，以保持冲压的稳定和冲制时的精度。对不同冲压工序的凸、凹模间都要保持稳定、均匀的配合间隙。

5. 废料的排除应方便、可靠

在多工位级进模的连续冲裁过程中，产生的废料较一般冲模要多得多；因此，要在凸模上设置废料顶杆，凹模上设置高压气孔，以及时清除废料。绝不允许有废料滞留在凸模上，或滞留在凹模的工作平面上，以免损坏模具。

6. 便于调整、维修和保养

集冲裁、弯曲、成形等多种冲压工序于一体的多工位级进模，在使用过程中，凸、凹模工作部分的磨损和制件材料的变形等现象不可避免，需要及时调整、维修和保养。因此，凸、凹模应设计成便于拆装，更换方便，固定可靠。

7. 要考虑刃磨后的凸、凹模相对位置对其他工位凸、凹模相对位置的影响

多工位级进模的工位数一般都在两个或两个以上，除纯冲裁的多工位级进模以外，其他性质的多工位级进模，冲裁部分刃口重磨保养后，凸、凹模之间闭合高度尺寸比原始状态尺寸减小；因此其他工位的凸、凹模之间的闭合高度尺寸也要做相应的调整，否则无法达到正常生产要求，甚至无法进行正常生产。凸、凹模设计时要根据模具的冲压特点，综合考虑每个工位的具体结构，采用活动凸模和可调凸、凹模等。

5.1.2 凸模设计

在冲压过程中，被制件或废料所包容的模具工作零件称为凸模。多工位级进模中凸模的种类繁多，例如：

- (1) 按冲压性质分为冲裁凸模、弯曲凸模、拉伸凸模和成形凸模等。
- (2) 按凸模的工作断面分为圆形凸模和异形凸模。
- (3) 按凸模的结构分为整体式凸模、镶拼式凸模等。

除此之外,还有一些特殊的凸模,如直径 $d=0.5\sim 2.5\text{mm}$ 之间的凸模通常称为小直径凸模;长度 $L<40\text{mm}$ 的凸模称为短形凸模等。

5.1.2.1 凸模的结构形式与固定方法

冲模中的凸模结构,不论其断面形状如何,其基本结构都是由工作部分和安装固定两大部分组成,如图 5-1 所示;其中图 (a) 为普通标准型凸模,图 (b) 为带有过渡段的小凸模。多工位级进模中的凸模形式和固定方法有多种。凸模的形式从形状来说,圆形和异形用得最多;从冲压特点来说,用于冲裁的凸模比较多,而且大多数采用整体结构,由线切割加工成直通式,形状尺寸较小的小凸模多。固定方法主要有机械固定法和物理固定法等,但机械固定法用得较多,其中压块固定凸模,因装卸、维修、更换方便使用得更多。下面介绍几种常见的凸模形式及其固定方法。

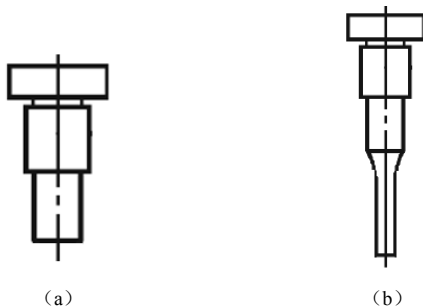


图 5-1 凸模

1. 带台式

(1) 带台式圆凸模

带台式圆凸模是最为常见的、已标准化的普通圆形带台式凸模,又称带肩凸模,如图 5-2 所示。凸模的安装部分上端有圆形和异形两种形状:若是圆形的,则有一圈大于凸模直径的凸台;若是异形的,则在一侧或两侧多出一个小台。带台可以防止凸模从固定板中脱落,安装后稳定性非常好,能承受较大的冲压力,是最为广泛应用的一种安装固定方法。

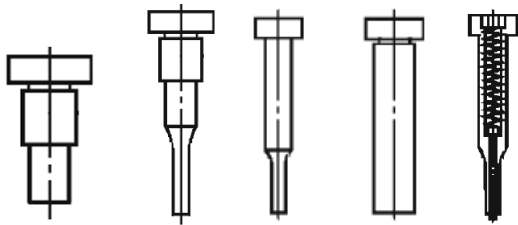


图 5-2 带台式圆凸模

凸台的尺寸常比凸模直径尺寸大 $2\sim 3\text{mm}$ 。安装部分与固定板采用过渡配合 H7/m6 或 H7/n6 的较多,直径大的也可采用过盈配合,但不宜经常拆卸。

圆形凸模已经标准化,有专业厂商生产供用户采购选用。

(2) 带台式异形凸模

除圆形凸模外,级进模中有许多分解冲裁的冲裁凸模,多为异形凸模,其形状比较复杂;为了加工出精密零件,大都采用电火花线切割粗加工,然后成形磨削精密加工的方法,达到异形凸模所要求的形状、尺寸和精度。因此,不规则外形的异形凸模,其工作部分和安装部

分的形状与尺寸均按线切割形孔要求设计成直通式, 固定部分为台阶形式。固定用台阶设计在凸模尾部的直面或侧面部位, 也有设计成方形、长方形、长圆形等规则形状, 如图 5-3 所示。该结构形式便于基准统一, 便于加工和测量。图 5-3 (a) ~ (e) 所示为异形凸模的台阶固定结构形式, 图 5-3 (f) ~ (i) 所示为固定板形孔常用的不规则外形凸模台阶固定结构形式。

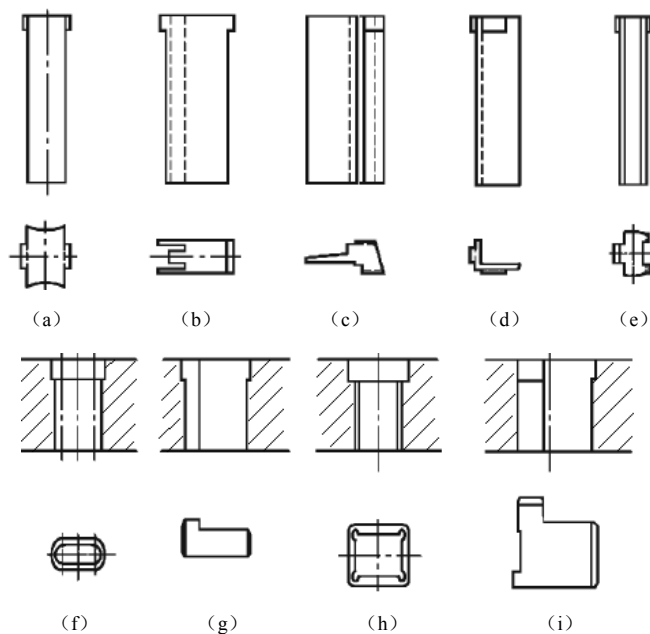
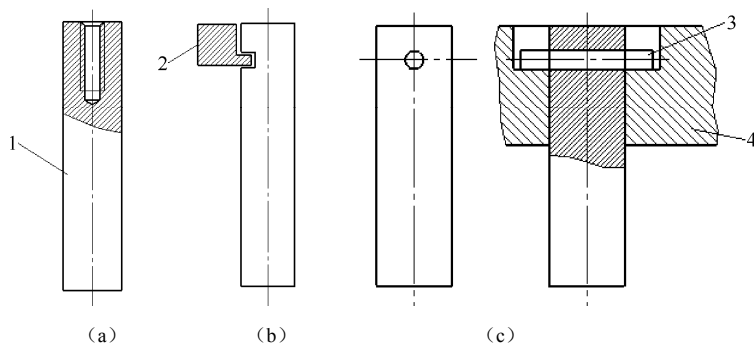


图 5-3 带台式异形凸模及其固定形式

2. 直通式

(1) 直通式圆凸模

直通式凸模又称直杆凸模。如图 5-4 所示为三种直通式圆形凸模及固定形式。凸模与固定板采用 H7/m6 或 H7/n6 的过渡配合; 也可采用 H7/f6 的间隙配合或 H7/h6 的大间隙配合, 方便拆卸, 适用于各类级进模, 因而使用广泛。但其固定部分与固定板的配合主要根据凸模的数量、凸模工作直径的大小、冲件的材料状态、模具配制间隙的大小及有无导向保护等进行合理的选用。



1—凸模; 2—压块 (板); 3—销; 4—凸模固定板

图 5-4 直通式圆形凸模及其固定形式

(2) 直通式异形凸模

直通式异形凸模，其工作部分和安装部分均按冲切形孔要求设计成形状与尺寸完全一致的直通形式。该结构形式的凸模工艺性好，制造后的精度高，如图 5-5 所示。

直通式异形凸模加工、拆装方便，与固定板的配合一般采用 H7/m6 或 H7/n6，也可采用 H6/m5 或 H6/n5 的配合，是级进冲模中采用最多的凸模结构形式。根据直通式异形凸模的具体结构和尺寸，可采用横销固定（如图 5-5 (a) ~ (c) 所示）、螺钉固定，亦可采用小压板或小压块压紧固定安装的形式。

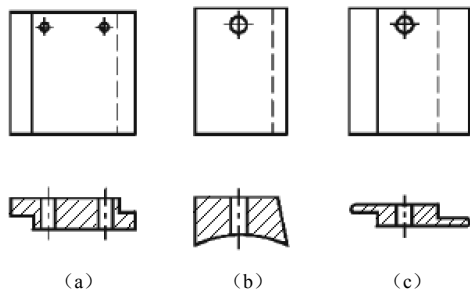


图 5-5 直通式异形凸模及其固定形式

(3) 铆接式

如图 5-6 所示为铆接式凸模，在凸模的安装部分上端加工出 $(1.5 \sim 2.5) \text{ mm} \times 45^\circ$ 斜面的铆头，装入固定板并铆牢，这样可防止凸模脱落。铆接式凸模多用于小而规则断面的直通式凸模，以便于加工，通常做成整体直通式，采用线切割或磨削直接加工。

对于圆形小凸模，冲薄料时的冲压力不大，亦可采用铆接式进行安装固定；其主要优点是工艺简单，但不宜拆装。

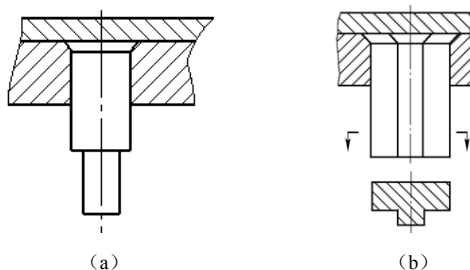


图 5-6 铆接式凸模

(4) 叠装式

对于一些尺寸较大的凸模，其自身的安装面积较大，可采用螺钉、销钉直接叠加固定在模座或固定板上，如图 5-7 所示，其安装简便，稳定性好。

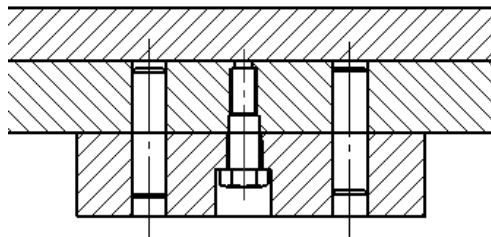


图 5-7 叠装式凸模

(5) 嵌键式

对某些直通式异形凸模，可在安装部分的适当位置加工出两个缺口，在其缺口处各嵌入一个键，起挡块的作用，防止凸模脱落，如图 5-8 所示。此结构对于采用线切割加工的异形凸模，防止凸模固定后脱落，是一种比较实用和简便的安装方法。

(6) 楔块压紧式

如图 5-9 所示，对一些冲压力较大、有一定侧向力，且需经常拆装的凸模，采用压块式安装方法更可靠。楔块上加工长圆孔，通过螺钉不断旋紧，凸模与楔块的斜面紧紧吻合压紧；松开螺钉，凸模即可方便地卸下。这种结构适用于单侧或局部进行冲裁的场合，但必须做到楔块和凸模的斜度保持一致，才能保证凸模安装的垂直。

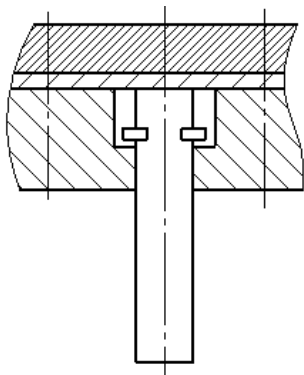


图 5-8 嵌键式凸模

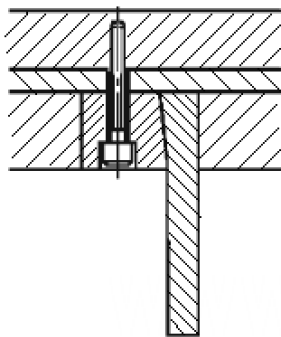


图 5-9 楔块压紧式凸模

(7) 插入式

插入式凸模是一种便于装卸的凸模，多工位级进模中有些细小凸模需经常拆装和更换，特别适合采用插入式的固定方式。插入式凸模按插入的方向可分为自上而下插入和自下而上插入两种。如图 5-10 所示，(a) 为自上而下插入式凸模，(b) 为自下而上插入式凸模。

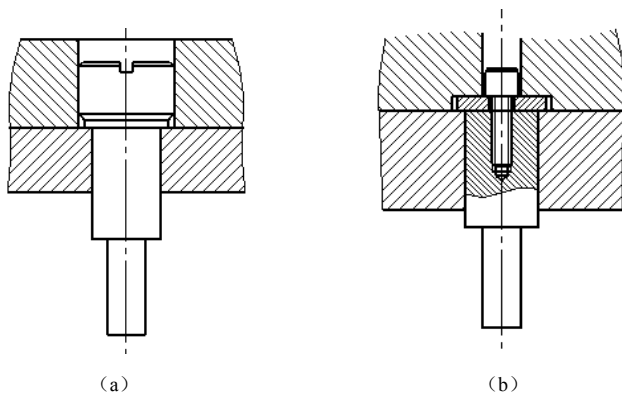


图 5-10 插入式凸模

(8) 浇注、粘接式

多工位级进模中的凸模，原则上不采用浇注或粘接的方法进行固定，因为一旦将凸模固定后便不能再拆装；但有些特殊场合，如小凸模多，间隔位置小，无法采用机械方法固定时，

便采用环氧树脂、无机粘结、低熔点合金浇注等工艺进行固定。采用粘接工艺安装凸模，只适用于冲料厚度 $t \leq 2\text{mm}$ ，对于冲压力较大并有侧向力的凸模不宜采用。

(9) 护套保护式

一些冲孔的圆凸模，大多数直径在 2mm 以下。为了提高强度，往往对其采用适当的保护措施，如图 5-11(a)~(d) 所示。常用的有卸料板护套保护、全护套保护、缩短凸模的护套保护、导向套浮动保护、双护套保护、加大凸模固定部分、设置辅助导柱保护、密集小孔多个凸模采用同一块导向板保护等。

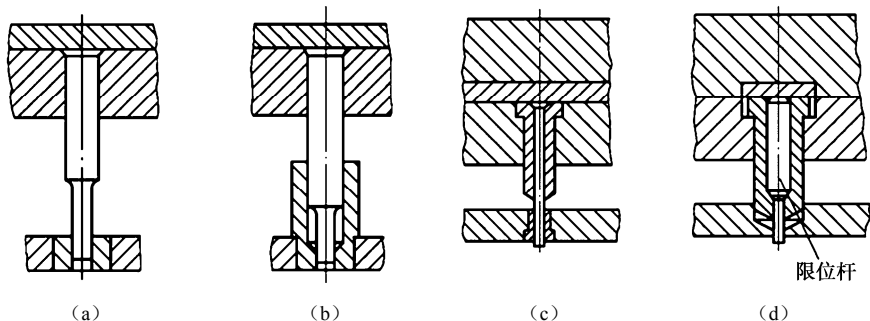
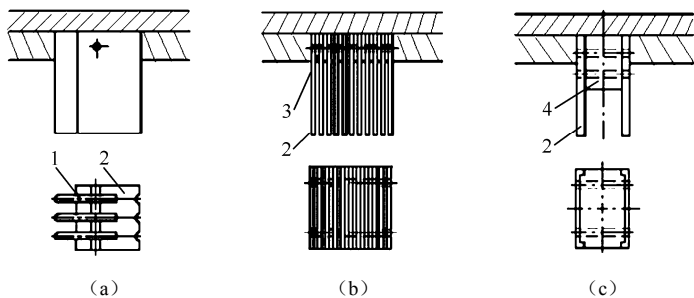


图 5-11 护套保护式凸模

(10) 拼合组合式

某些凸模由于形状特殊，做成一整体加工比较困难，故采用分成几个简单部分再拼合在一起的方式，变成拼合式凸模，也可称之为组合式凸模。这样加工比较容易，同样达到完整凸模的要求。同时，如果局部损坏了，维修更换也方便，还能将凸模的安装固定部分设计成简单形状，使加工凸模固定板的孔更简单。如图 5-12 所示。



1—凸模；2—凸模；3—垫片；4—基体

图 5-12 组合式凸模

(11) 弯曲、拉深、成形等其他凸模

上述介绍的各种凸模，基本上是以冲裁凸模为内容展开的。多工位级进模中，弯曲凸模、成形凸模和拉深凸模等因冲压工艺的要求，位数也不少，其凸模的基本结构与冲裁凸模既有相同之处，也有不同的地方。

弯曲、拉深、成形凸模的结构形式和安装固定方法如图 5-13 所示。基本的安装方法主要有台肩固定、螺钉固定和横销固定等。

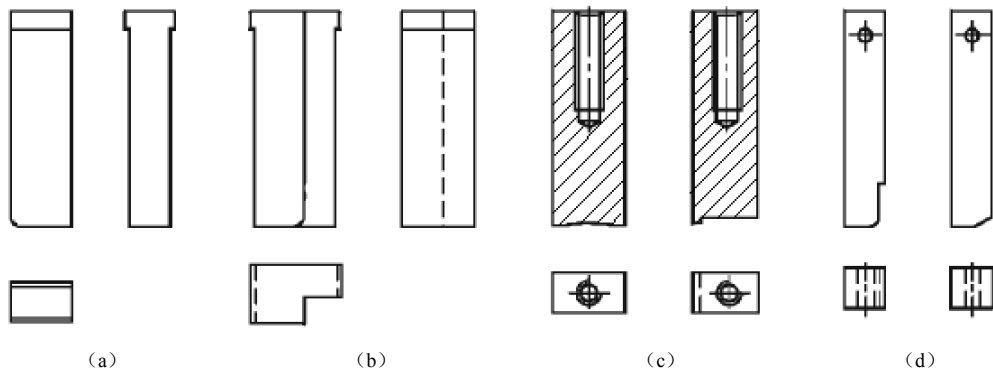


图 5-13 弯曲、拉深、成形凸模的结构与安装方法

5.1.2.2 凸模的防转

当凸模的工作部分为异形，安装部分为圆形时，为防止转动应采取防转措施，以防止凸模在使用过程中转动而发生严重事故。常用防止凸模转动的方法有销定位、键定位和利用凸模圆台加工出平面定位等，如图 5-14 所示。

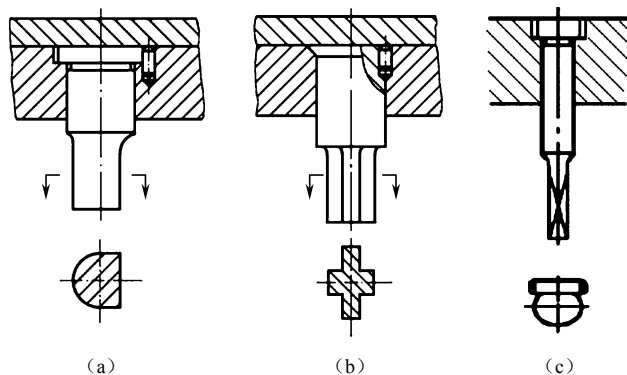


图 5-14 凸模防转的定位形式

5.1.2.3 凸模长度的确定

在多工位级进模中，凸模的工作长度设计应按以下原则进行：

(1) 在同一多工位级进模中，由于各凸模冲压加工的性质和工作内容不同，各凸模的长度尺寸也不同。应以上模最长弯曲成形凸模的长度尺寸为基准，同时结合冲件的料厚、模具工作面积大小、模具工作零件的强度等诸因素综合考虑，一般在 35~70mm 之间选用（特殊结构形式的凸模除外）；其他冲裁、成形等凸模长度尺寸按基准长度计算出应有的差值，在满足各冲压凸模机构的前提下，基准长度应力求最短。

(2) 尽可能选用标准长度。目前国内外企业均有一定的标准，在凸模的工作长度设计中应充分考虑这一点，选用标准长度凸模。

(3) 应有一定的有效使用长度和足够的刃磨余量，图 5-15 所示为两者关系图。图 5-15 (a) 所示为最长弯曲凸模，图 5-15 (b)、(c) 所示分别为同一模具中的一组凸模。细小凸模因其强度的限制和影响，一般有效工作长度设计较小，需加护套，刃磨余量也相对较少。

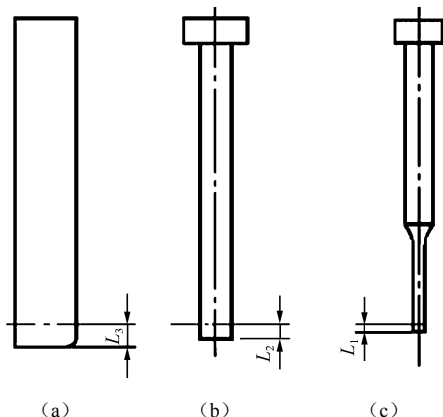


图 5-15 有效使用长度与刃磨余量关系图

(4) 各种不同冲压工艺凸模的冲压工作高度关系。图 5-16 所示为一冲裁、弯曲、成形、打凸包等工序多工位级进模的局部结构示意图，其中标注了导正钉、冲裁凸模、起伏成形凸模、弯曲凸模等各凸模相互间不同高度尺寸关系。从图中可知起伏成形凸模冲压工作高度尺寸最小 (S_2)，弯曲凸模冲压工作高度尺寸最大 (L)。设计凸模的工作长度一般以冲裁或冲孔凸模的长度 (其冲裁工作高度尺寸 S_1 为 $1.5 \sim 2\text{mm}$) 为基准长度，其他成形凸模等长度尺寸按这一基准尺寸增减确定。

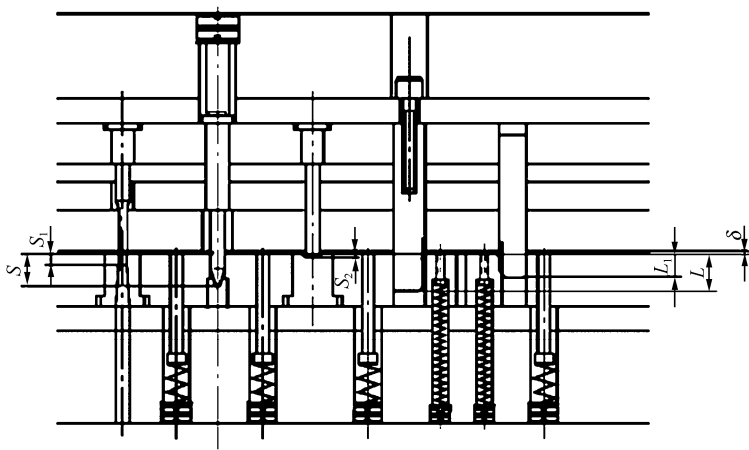


图 5-16 不同冲压工艺工作凸模高度关系

5.1.2.4 凸模的强度验算

在一般情况下，凸模的强度是足够的，不用进行强度计算和校核。但在多工位级进模中，冲件形状各异，冲裁、切割凸模的结构形式不同，又因级进模为连续、高速冲切，受力状态变化较大；因此特别是冲制型孔较小或单面冲切冲裁时，凸模则应进行承压能力和失稳弯曲应力的校核。

凸模承压能力按下式进行校核：

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq [\sigma] \quad (5-1)$$

对于圆形凸模，当推件力或顶件力为零时，将 $F = \pi d \delta \tau$ 代入上式可得：

$$d \geq \frac{4\delta\pi}{[\sigma]} \quad (5-2)$$

式中： σ ——凸模最小截面的压应力，MPa；

F ——凸模纵向所承受的压力，包括冲裁力和推件力（或顶件力），N；

A ——凸模最小截面积， mm^2 ；

d ——凸模工作部分最小直径，mm；

δ ——材料厚度，mm；

τ ——冲裁材料的抗剪强度，MPa；

$[\sigma]$ ——凸模材料的许用抗压强度，MPa。

5.1.3 凹模设计

多工位级进模凹模的结构设计是比较复杂的，既要考虑各工位工作型孔的形状和精度，又要考虑各工位型孔间的相对位置；既要以尺寸基准确定各型孔相互间的坐标关系，又要考虑模具加工制造方便和模具使用寿命等因素：所以多工位级进模的凹模结构类型较多。

多工位级进模按凹模的结构形式可分为五大类：整体式凹模多工位级进模、矩形镶拼式凹模多工位级进模、异形（或圆形）镶拼（镶套）式多工位级进模、圆嵌件凹模多工位级进模和模块式多工位级进模。

5.1.3.1 凹模的结构形式与固定方法

1. 整体式凹模

在多工位级进模中，不论其凹模的型孔数量有多少，型孔的复杂程度如何，除成形及弯曲部分的镶件或凸模外，凹模均设计成一个整体的结构形式，称为整体式凹模，其结构形式如图 5-17 所示。

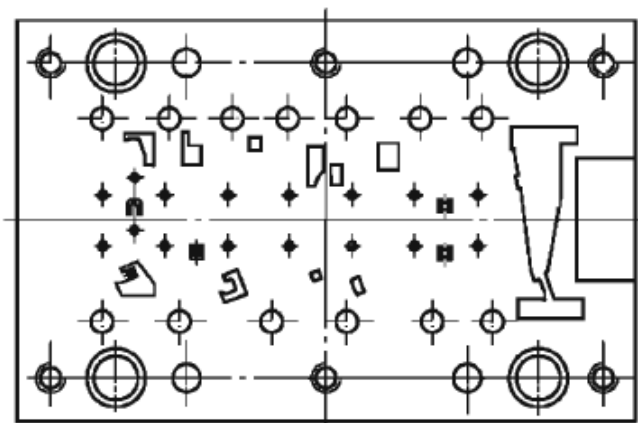


图 5-17 整体式凹模的结构形式

整体式凹模有如下特点：

- (1) 设计、制造方便，加工周期短。
- (2) 模具的局部工作强度较其他形式结构的模具好。

(3) 型孔较多的整体式凹模可能由于部分型孔或局部型孔有制造误差而导致整个凹模报废,也有可能因凹模的局部损坏而造成整个凹模的报废。

(4) 整体式凹模常因局部型孔和空间的限制而无法设置侧冲、斜楔滑块等辅助冲压机构。

(5) 具有多种冲压工序的整体式凹模,其尺寸调整和刃磨等较困难,有时甚至无法刃磨、调整。

在多工位级进模中,整体式凹模的使用有它的局限性,对组合工序较多、型孔较复杂、工位较多的多工位级进模有时不宜采用整体式凹模的结构。整体式凹模结构主要适用于工位较少和纯冲裁的多工序、多工位级进模。

当冲压工位较多、模具工作面积较大但仍需采用整体式凹模结构时,为减少热处理变形和保证模具的加工、制造精度,可采用两整体凹模(或多件凹模)加工后拼接、组合的形式。

2. 矩形镶拼式凹模

对于冲裁、冲切形状复杂,公差等级高,尺寸过大或尺寸极小的冲件,以及采用普通加工方式无法制造的有较高精度要求的模具零件,可以采用矩形镶拼式凹模。

矩形镶拼式凹模的优点是便于磨削加工,可提高模具质量,便于制造维修,节约模具材料,避免热处理变形等。但镶拼式凹模的制造成本较高,装配调整较整体式凹模而言有一定的技术难度要求。矩形镶拼式凹模的设计,必须根据冲件的几何形状、尺寸,冲件的料厚,以及镶拼件侧壁承受胀力的大小来确定镶拼的形式和结构。

(1) 框式

框式凹模是指将凹模型孔分解后的镶拼件相互嵌合拼接后,再压入围框内,如图 5-18 所示。压配后,凹模侧壁能承受较大的胀力,适合于较厚材料的冲压加工。如图 5-18 (a) 所示为整体式围框,其特点是强度好,冲压工作时能承受更大的胀力,但其内形与矩形镶拼件的外形配合尺寸精度要求较高。如图 5-18 (b)、(c) 所示为分块紧固的结构形式,尺寸精度易控制,调整组装也方便,但其能承受的胀力较整体式围框稍差一些。

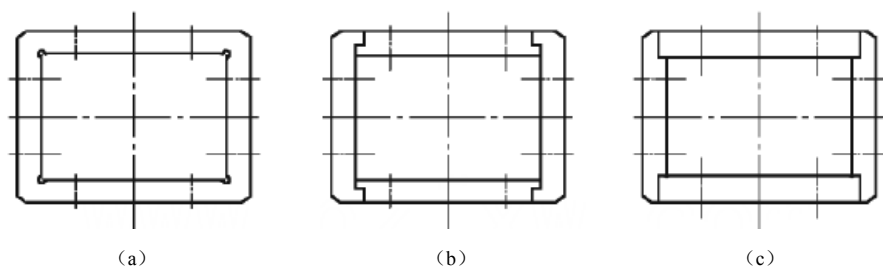


图 5-18 镶拼式凹模围框的结构形式

(2) 凸台式

凸台式亦称嵌入固定式。它是将凹模型孔分解成若干个镶拼件,嵌入已制成的两边或四边固定板内。镶拼件厚度可等于固定板凸台高度,也可大于固定板凸台高度,如图 5-19 所示。该结构形式不仅适用于冲裁加工,也适用于弯曲成形。

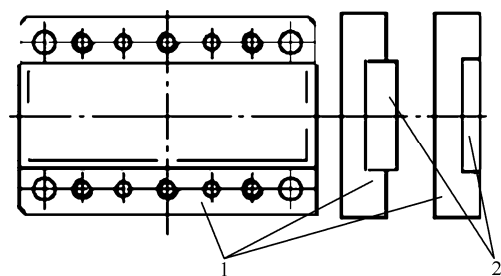
(3) 镶块式

镶块式凹模是指将弯曲、成形工序的镶件作为镶块形式镶入局部凹模内型孔,以便于弯曲、成形工序加工尺寸、形状的修正与调整。

3. 异形镶拼(镶套)式凹模

在多工位级进模中,对某些细小的冲裁型孔,为了方便加工制造、刃磨及磨损后的更换,可在整体式凹模或其他结构形式凹模的局部型孔位置上镶入一个外形为异形、矩形或圆柱形块状的镶拼式凹模。

如将凹模中一组孔间距尺寸精度很高的所有型孔设置在一个异形镶块上,精加工后装入凹模的对应部位中,如图 5-20 所示。



1—凹模基体; 2—凹模型腔镶拼件

图 5-19 凹模凸台式的镶拼组合结构

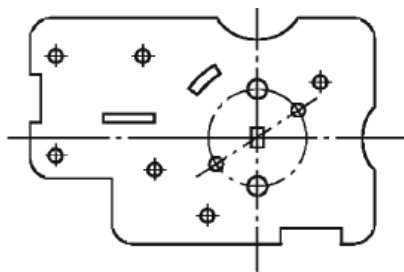
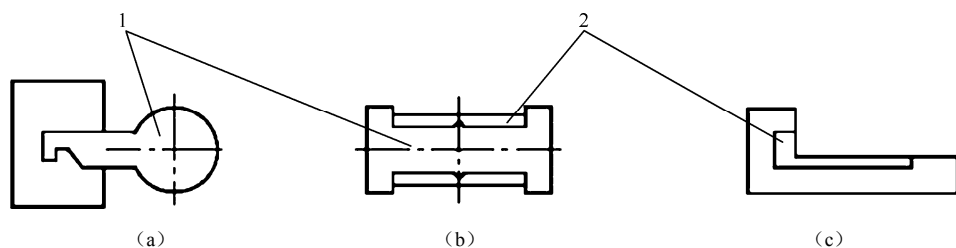


图 5-20 一组高精度孔距的型孔
设置在同一异形镶块上的形式

有的凹模型孔难以加工或悬臂较长,这时可将受力后易变形、易断裂的部分分割出来,做成单独镶件的形式镶入凹模,或安装在凹模下面的固定板内;为防止在受力状态下镶件上下移动,镶件后面应衬以垫板,如图 5-21 所示。



1—异形镶件; 2—凹模型腔

图 5-21 异形镶件镶入凹模的组合结构形式

4. 圆嵌件凹模

凹模镶拼的型孔按冲裁件形状的工艺尺寸要求制作,而外形大多设计成直通式,如图 5-22 (a)、(b) 所示,或如图 5-22 (c)、(d) 所示的台肩式结构形式。镶套与固定它的凹模一般采用 H7/k7 或 H7/m6 的配合形式,镶套外形与凹模型孔的相对位置要求很严格,应能保证互换性。圆柱外形镶套在镶入凹模后应加止转定位销或键,以防止其发生位移。一般采用如图 5-22 (c) 所示的止转定位形式,这种形式互换性好,拆装方便,即使反复使用也不会影响精度。

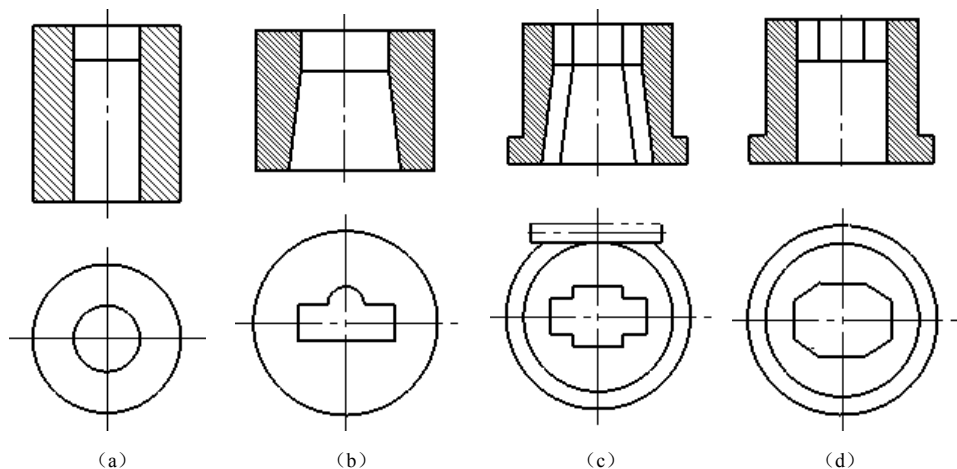
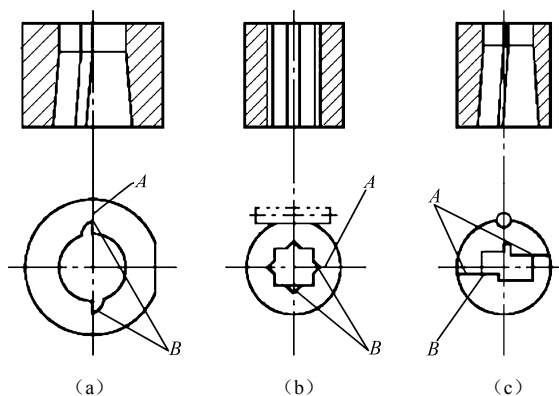


图 5-22 圆形凹模镶件

圆嵌件凹模有时也加工成瓣合的结构形式,加止转措施后镶入凹模,如图 5-23 所示。这种形式有利于有清角要求的异形小型孔的冲压加工。图 5-23 (a) 所示为圆嵌件凹模在直边圆弧的交接处瓣合,图 5-23 (b) 所示为圆嵌件凹模在尖角轮廓处瓣合,图 5-23 (c) 所示为圆嵌件凹模利用阶梯轮廓瓣合。这种两瓣圆拼合的型孔凹模可实现对复杂的小型异形型孔进行分解精加工后,再组合装入凹模,以达到冲件的冲压加工要求,也便于刃磨和更换。



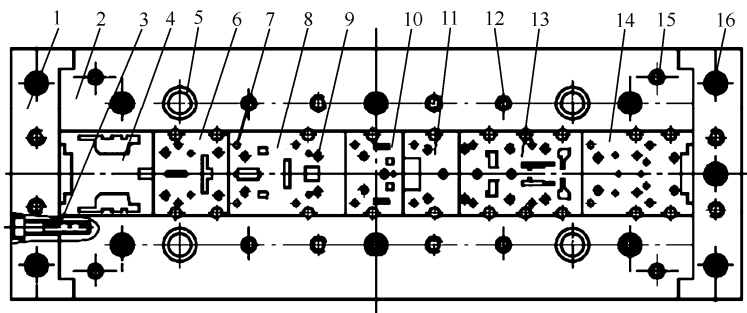
A—瓣合面; B—清角处

图 5-23 圆形凹模镶件

5. 模块式凹模

模块式凹模是多工位级进模中最常用的结构形式之一,特别适合于多工位、多工序组合的多工位级进模。它是按一定的工艺要求将凹模分解成若干个拼合模块形式的结构。如图 5-24 所示,这是将某一冲件的多工位级进模凹模分解成 7 个模块后再拼合镶入凹模套(或围框内),构成一个整体凹模的结构示意图。

因此,多模块组合的凹模形式适合于多工序、多工位的冲裁、弯曲、成形及异形件拉深的多工位级进模使用。



1—围框 1；2—围框 2；3—内六角螺钉；4—模块 I；5—凹模内导套；6—模块 II；
7—圆柱销；8—模块 III；9—内六角螺钉；10—模块 IV；11—模块 V；12—圆柱销；
13—模块 VI；14—模块 VII；15—圆柱销；16—内六角螺钉

图 5-24 某一冲件模块组合固定结构示意图

5.2 NX PDW凸、凹模设计

在冲压工艺当中，凸、凹模的设计和计算尤为重要，其结构是否合理、形状尺寸是否符合要求等直接决定冲压工作能否正常进行、模具寿命及零件质量等。凸、凹模的设计要充分考虑工作条件、装配关系、维修制造等要求，以使所设计的零件具有良好的工作性能、足够的使用寿命、较高的加工精度，且加工、装配容易，成本低。

模具标准化是简化模具设计、缩短生产周期的有效方法，是应用 CAD/CAM 技术的前提，必须推广和优先应用模具标准。

5.2.1 冲裁镶块设计

为了适应各种模具设计需要，PDW 提供的冲裁镶块设计功能可加载标准凸、凹模，亦可创建用户自定义轮廓的凸、凹模。


在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中，单击【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 图标，弹出【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框，如图 5-25 所示。



图 5-25 【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框

5.2.1.1 凹模镶块设计

1. 功能概述

在冲裁凹模的设计中,系统不仅提供了多种标准件形式的凹模,也支持创建自定义轮廓的凹模;并可开启概念设计模式,即只创建凹模的外形轮廓线,以便在创建真实凹模前先进行足够的检查,确认轮廓无误后,再进行实体凹模的创建。

2. 使用方法

(1) 在【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design)对话框中,将【类型】(Type)设置为【凹模镶块】(Die Insert)。


(2) 指定冲裁凹模的父部件,在【父部件】(Parent Part)下拉列表中选择合适的父节点来管理凹模。默认的父亲部件为*_db。

(3) 在图形窗口中选择需要创建冲裁凹模的废料,可以一次选择多块废料。

(4) 在【凹模镶块】(Die Insert)组中,确认【凹模镶块】(Die Insert)处于被选中的状态。

(5) 系统提供了两种创建冲裁凹模的方式,分别是标准凹模和用户自定义凹模。

标准凹模使用方法如下:

① 单击【标准镶块】(Standard Insert)的图标,弹出【标准件管理】(Standard Part Management)对话框。

② 此时状态行显示的是废料的长度和宽度。根据该尺寸数值,从标准件列表中选择合适的规格,并指定相对应的参数。


③ 单击【确定】(OK)按钮,即可添加凹模镶块,并自动返回【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design)对话框。



图 5-26 用户定义凹模

用户自定义凹模使用方法如下:


① 展开【用户定义镶块】(User Defined Insert),如图 5-26 所示。

② 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane)图标,自动创建基准平面,同时激活【选择轮廓】(Select Outline)选项。

③ 在图形窗口中选择已有的凹模轮廓线,或选择刚创建的基准平面,进入草图,绘制凹模轮廓线,完成轮廓线的绘制后退出草图。

④ 系统将根据凹模固定板的厚度,自动设定草图轮廓的拉伸高度,所以【高度】(Height)文本输入框中的数值无须改变。

⑤ 若需改变凹模与模板的间隙,可调整【间隙】(Clearance)的大小。

⑥ 单击【创建镶块】(Create Insert)图标,系统将创建自定义轮廓的凹模。

5.2.1.2 凹模型腔废料孔的设计

1. 功能概述

在凹模型腔废料孔的设计中,PDW 提供了 4 种型腔类型:【锥角】(Taper Angle)、【步进】(Step)、【轮次 Step1】(Round Step1)和【轮次 Step2】(Round Step2),如图 5-27 所示。下垫板和下模板的废料孔形状,提供了 7 种选择,如图 5-28 所示。

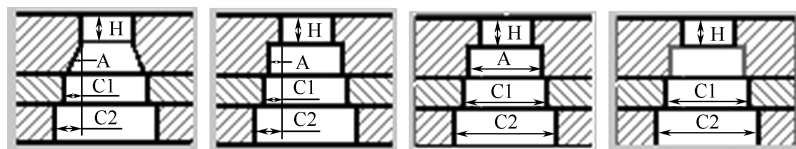


图 5-27 型腔的类型



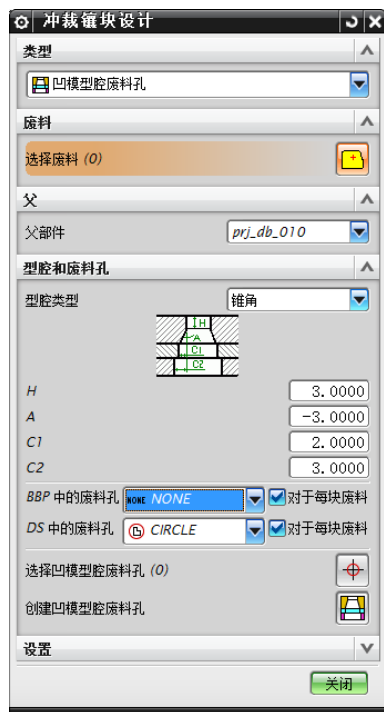
图 5-28 废料孔的形状

2. 使用方法

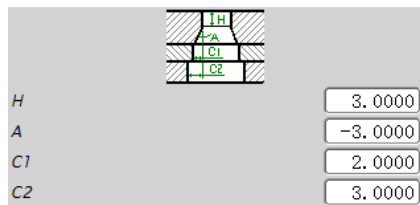
(1) 在【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design)对话框中,将【类型】(Type)设置为【凹模型腔废料孔】(Die Cavity and Slug Hole),如图 5-29 (a)所示。

(2) 在图形窗口中选择废料,可以一次选择多块废料。

(3) 在【型腔和废料孔】(Cavity and Slug Hole)中,从【型腔类型】(Cavity Type)下拉列表中选择合适的类型,设置对应的参数。该参数与【冲模设计设置】(Die Design Setting)对话框中所设置的参数保持一致,如图 5-29 (b)所示;若有需要,可进行单独修改。



(a)




(b)

图 5-29 凹模型腔废料孔

(4) 指定 BBP 板中废料孔的形状。

(5) 指定 DS 板中废料孔的形状。

(6) 单击【创建凹模型腔废料孔】(Create Die Cavity and Slug Hole)图标,系统将创建用于产生凹模型腔废料孔的实体。在后续操作中,该实体作为在凹模中挖腔的工具体。注意,在【装配导航器】(Assembly Navigator)的*_slug_hole节点下将增加对应的节点。

5.2.1.3 凸模镶块的设计

1. 功能概述

在冲裁凸模的设计中,若凸模的工作截面为圆形、矩形或其他规则形状,则可使用 PDW 提供的标准凸模库来进行创建,每个标准凸模均具有真体和假体两个引用集;若凸模的工作截面为异形,则需利用自定义的方式创建凸模,同时指定凸模与各个模板的间隙。

2. 使用方法

(1) 在【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design)对话框中,将【类型】(Type)设置为【凸模镶块】(Punch Insert),如图 5-30 所示。

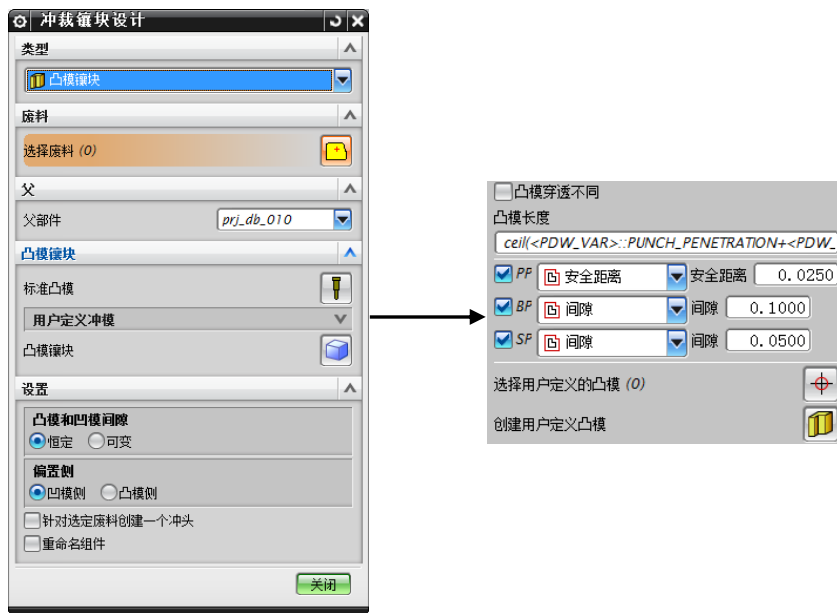



图 5-30 凸模镶块

(2) 若需指定冲裁凸模的父部件,在【父部件】(Parent Part)下拉列表中选择合适的父节点来管理凹模。默认的父亲部件为*_db。

(3) 在图形窗口中选择需要创建冲裁凸模的废料,可以一次选择多块废料。

(4) 系统提供了两种创建冲裁凸模的方式,分别是标准凹模和用户自定义凹模。

标准凸模使用方法如下:

① 单击【标准凸模】(Standard)的图标,弹出【标准件管理】(Standard Part Management)对话框。

② 此时状态行显示的是废料的长度和宽度。根据该尺寸数值,从标准件列表中选择合适的规格,并指定相对应的参数。

③ 单击【确定】(OK)按钮,系统自动定位放置凸模,并自动返回【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design)对话框。此时在【装配导航器】(Assembly Navigator)的*_die节点下将增加对应的节点。

用户自定义凸模使用方法如下。

① 展开【用户定义冲模】(User Defined Die)。

② 指定【凸模穿透】(Punch Penetration)。

③ 若需要,可以指定凸模在 PP、BP 和 SP 这三块板的间隙孔形状及其间隙大小。

④ 单击【创建用户定义凸模】(Create User Defined Punch)的图标,系统将创建凸模,并在*_die 节点下增加相应的节点。

5.2.1.4 冲裁镶块的关联设计

1. 功能概述

在级进模的设计中,条料的设计是整个模具的基础。由于冲裁凸、凹模设计完全基于条料,所以维持条料与下游设计数据的关联性对于实现快速设计变更、提高效率尤为重要。由于模具设计中设计变更的普遍性,PDW 提供了专门的工具来处理,使得当废料发生变更时,可以更新已有的冲裁凸、凹模,实现关联设计。

2. 使用方法

设计变更的情况不同,需采用不同的方式来控制更新。

当改变某块废料在条料中的工步时(如从工位 2 移动到工位 3),由于此时没有改变废料的识别号,可按以下步骤来实现更新:



图 5-31 冲裁镶块的关联设计

(1) 将【类型】(Type)设置为【关联】(Association),如图 5-31 所示。

(2) 在【关联】(Association)组中选择【更新冲裁镶块】(Up Piercing Inserts)即可更新对应的冲裁凸、凹模及废料孔。

当废料的改变影响到其识别代号时,需通过重新链接废料和冲裁凸、凹模,其步骤为:

(1) 在【重新链接】(Relink)组中,选择【选择废料】(Select Scrap)选项,在图形窗口中或者废料列表中选择过期的废料。

(2) 选择【选择镶块】(Select Insert)选项,选择需要进行关联的冲裁凸、凹模。

(3) 单击【更新】(Update)图标,系统将更新所选的冲裁凸、凹模。

5.2.2 折弯镶块设计

针对模具中折弯凸、凹模的设计,PDW 提供了【折弯镶块设计】(Bending Insert Design)工具,可以通过该工具创建不同弯曲类型的标准折弯凸、凹模,也支持创建用户定义的折弯凸、凹模。


5.2.2.1 标准镶块

1. 功能概述

在设计标准折弯凸、凹模时,需要根据实际折弯形状选择合适的弯曲类型,系统提供了五种类型:【90 度折弯】(90 Degree Bending)、【角度折弯】(Angle Bending)、【Z 形折弯】(Z Bending)、【V 形折弯】(V Bending)和【通用 Z 形折弯】(Universal Z Bending),在实际

设计时，需指定具体的镶块类型。

2. 使用方法

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条上，单击【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 图标，弹出如图 5-32 所示的对话框。

(2) 将【类型】(Type) 设置为【标准镶块】(Standard Insert)。

(3) 在图形窗口中选择需创建折弯凸模/凹模的折弯面。

(4) 根据所选折弯的形状选择合适的弯曲类型。

(5) 若需创建折弯凸模，将【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凸模】(Punch)；若需创建折弯凹模，将【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凹模】(Die)。

(6) 若需要，可为加载的折弯凸、凹模指定合适的父节点。


(7) 在【标准镶块】(Standard Insert) 处，单击【添加或编辑标准折弯镶块】(Add or Edit Standard Bending Insert) 图标，弹出如图 5-33 所示的【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。



图 5-32 【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 对话框

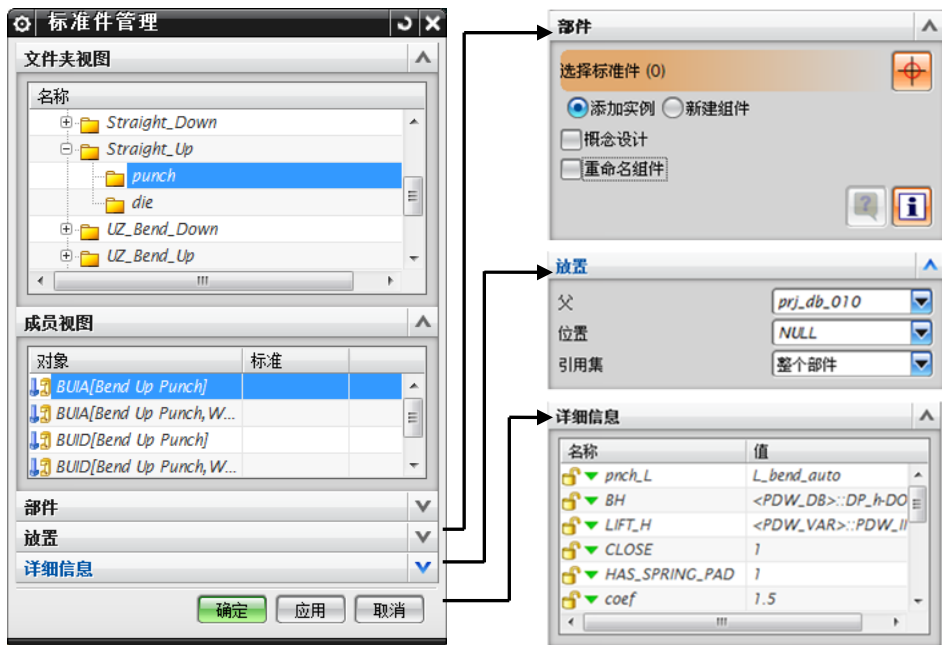


图 5-33 【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框

(8) 系统将根据之前指定的弯曲类型和镶块类型自动切换到正确的标准件目录中，留意在【文件夹视图】(Folder View) 中系统所选择的对象；在【成员视图】(Member View) 列表中选择一种合适的折弯结构。

(9) 若需指定折弯凸、凹模的父节点，可以在【放置】(Placement) 的【父】(Parent)

下拉列表中进行选择。

(10) 在【详细信息】(Detail) 中, 可以根据需要编辑修改折弯凸、凹模的尺寸参数。

(11) 单击【确定】(OK) 按钮, 系统自动放置折弯凸、凹模。需要注意的是, 若单击【应用】(Apply) 按钮, 系统只是加载折弯凸、凹模, 但还没自动定位, 只有在退出【标准件管理】(Standard part Management) 对话框后才会自动定位。

5.2.2.2 用户定义

1. 功能概述

系统提供另一种灵活的方式来创建折弯凸、凹模, 用户可以自定义折弯凸、凹模的外形轮廓, 系统将先通过拉伸草图轮廓线获得, 然后再利用修剪体的方式来完成凸、凹模的创建。

2. 使用方法


(1) 在【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【用户定义】(User Defined), 如图 5-34 所示。

(2) 在图形窗口中选择需创建折弯凸、凹模的折弯面。

(3) 若需创建折弯凸模, 将【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凸模】(Punch); 若需创建折弯凹模, 将【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凹模】(Die)。

(4) 若需要指定折弯凸、凹模的父节点, 可以从【父】(Parent) 下拉列表中进行选择。

(5) 若是创建折弯凸模, 系统还提供凸模安装高度的选择, 从【位置】(Position) 下拉列表中进行选择。

(6) 在【创建基准平面】(Create Datum Plane) 处, 单击【为用户定义的镶块草图创建基准平面于】(Create a Datum Plane for User Defined Insert Sketch On) 图标, 系统将在折弯面的位置创建一个基准平面。选择该基准平面, 进入草图环境中绘制凸、凹模的外形轮廓线, 完成草图后自动返回【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 对话框。

(7) 在图形窗口中显示草图轮廓线的拉伸预览, 若需调整拉伸的距离, 可以拖动相应的手柄进行调整。



图 5-34 【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 对话框-用户定义

(8) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统创建折弯凸、凹模。

5.2.2.3 删除

(1) 在【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【删除】(Delete), 如图 5-35 所示。

(2) 在图形窗口中选择需删除的折弯凸、凹模。

(3) 单击【应用】(Apply) 按钮, 即可删除指定的对象。

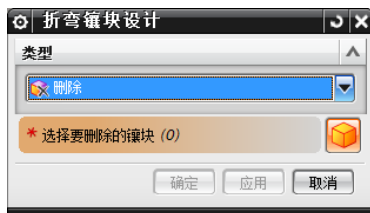


图 5-35 【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 对话框-删除

5.2.3 成形镶块设计

钣金零件上的凸包、自由形状弯边等特征的凸、凹模设计可以利用 PDW 提供的【成形镶块设计】(Forming Insert Design)工具来完成,该工具提供了一种自动创建成形凸、凹模的方法。

1. 功能概述

利用【成形镶块设计】(Forming Insert Design)工具,可以通过草图来绘制成形凸、凹模的外形轮廓,指定凸、凹模在各块模板间的间隙,在创建成形部位时,系统利用拉伸和修剪的方式自动进行处理,获得成形头部的形状。

2. 使用方法


(1)在【级进模向导】(Progressive Die Wizard)工具条上,单击【成形镶块设计】(Forming Insert Design)图标,弹出如图 5-36 所示的对话框。



图 5-36 【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框

(2) 系统提供两种选择成形区域的方式,一种是直接选择,另一种是使用种子面和边界面,使用步骤如下:

① 若需利用搜索区域的方式选择成形面,则在【选择成形区域】(Select Forming Region)中,确认【使用种子面和边界面】(Use Seed Face and Boundary Faces)复选框显示检查符;

若关闭该选项，则直接选择成形区域面。

② 在图形窗口中，选择成形区域中的其中一个面作为种子面。只能选择一个，选择完成后自动跳转到下一个步骤。

③ 选择边界面。可选择多个，以便可将成形区域孤立。

④ 单击【预览区域】(Preview Region)，系统将搜索到的区域高亮显示，若区域不对，则需考虑增加边界面，或者使用【区域选择】(Preview Region)的【遍历内部边】(Traverse Interior edges)和【使用相切边角度】(Use Tangent Angle)选项来控制系统所搜索到的范围。


⑤ 单击【完成预览】(Finished)，可退出预览状态。若预览的区域正确，则继续执行下一步。

(3) 若需创建成形凸模，则在【创建成形毛坯】(Create Forming Blank)中，选择【设计成形凸模】(Design Forming Die)。

(4) 若需指定凸、凹模的父节点，则可从【父】(Parent)下拉列表中进行选择。

(5) 当设计成形凸模时，可从【位置】(Position)下拉列表中选择凸模的安装高度，系统提供了两个选择：【凸模固定板】(Punch Plate)和【卸料板】(Stripper Plate)。

(6) 若需利用成形区域面对拉伸体进行修剪，则可选择【直接通过成形区域修剪】(Trim by Forming Region Directly)复选框显示检查符。若没有开启该选项，系统将利用成形区域的外形轮廓线进行拉伸创建成形头部，然后与草图轮廓的拉伸体进行合并，从而获得成形凸、凹模。

(7) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane)图标，系统将在指定的安装高度创建一个基准平面。

(8) 选择刚创建的基准平面，进入草图环境绘制凸、凹模轮廓线，在退出草图后自动返回【成形镶块设计】(Forming Insert Design)对话框。

(9) 若需调整拉伸体的长度，可在图形窗口中拖动拉伸手柄。

(10) 在【安全距离】(Clearance)中，勾选【凸模固定板 (PP)】(Punch Plate (PP))、【底板 (BP)】(Bottoming Plate (BP))和【卸料板 (SP)】(Stripper Plate (SP))复选框显示检查符，设置合适的间隙值。

(11) 单击【应用】(Apply)按钮，系统创建成形凸、凹模。

5.2.4 翻孔镶块设计


针对钣金零件上的翻孔特征，PDW 提供了专门的【翻孔镶块设计】(Burring Insert Design)工具来设计凸、凹模。

1. 功能概述

利用【翻孔镶块设计】(Burring Insert Design)工具可以从标准库中选择合适的翻孔凸模，并可以根据翻孔的大小自动创建成形头部。而对于翻孔凹模，系统会利用拉伸和修剪体的方式来快速创建凹模。

2. 使用方法

创建翻孔凸模的方法如下：

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard)工具条上，单击【翻孔镶块设计】(Burring Insert Design)图标，弹出如图 5-37 所示的对话框。

(2) 在图形窗口中选择翻孔圆柱面。


- (3) 根据翻孔特征的成形特点, 在【翻孔方向】(Burring Direction) 中选择合适的方向。
- (4) 在【镶块类型】(Insert Type) 中, 选择【凸模】(Punch)。
- (5) 若需变更父节点, 则可从【父】(Parent) 下拉列表中进行选择。
- (6) 单击【选择标准毛坯】(Select Standard Blank) 图标, 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框, 如图 5-38 所示。注意观察【文件夹视图】(Folder View) 和【成员视图】(Member View), 系统根据之前定义的翻孔方向自动选中对应的翻孔凸模。



图 5-37 【翻孔镶块设计】对话框

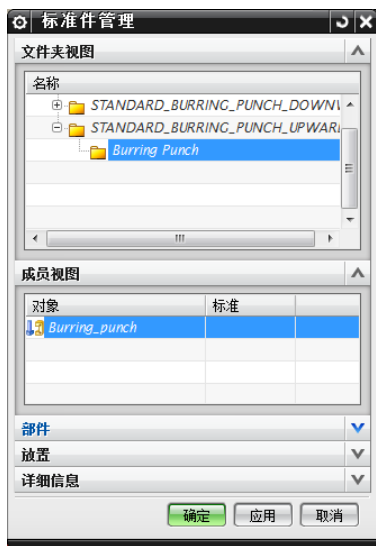


图 5-38 【标准件管理】对话框

- (7) 若需更改翻孔凸模的参数, 则可在【详细信息】(Detail) 中进行修改。
 - (8) 单击【确定】(OK) 按钮, 系统装载翻孔凸模的毛坯, 即还未创建成形部分的凸模, 同时自动返回【翻孔镶块设计】(Burring Insert Design) 对话框。
 - (9) 若需更改成形头部的形状, 可从【冲头类型】(Punch Head Type) 下拉列表中选择。系统提供了三种类型, 如图 5-39 所示。
 - (10) 根据需要设定冲头头部的参数。
 - (11) 在【间隙】(Clearance) 中, 设置翻孔凸模与模板之间的间隙。
 - (12) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统创建翻孔凸模。
- 创建翻孔凹模的方法如下:
- (1) 在图形窗口中选择翻孔圆柱面。

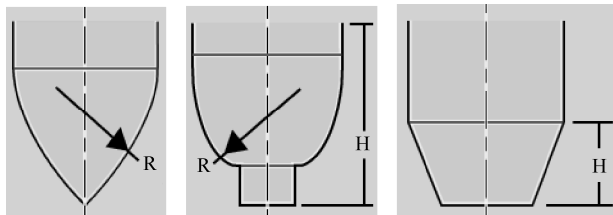




图 5-39 冲头类型

- (2) 根据翻孔特征的成形特点, 在【翻孔方向】(Burring Direction) 中, 选择合适的方向。
- (3) 在【镶块类型】(Insert Type) 中, 选择【凹模】(Die)。
- (4) 若需变更父节点, 则可从【父】(Parent) 下拉列表中进行选择。
- (5) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 系统根据翻孔的方向在凹模的安装高度位置自动创建一个基准平面。
- (6) 选择刚创建的基准平面, 进入草图环境, 绘制凹模的外形轮廓。在退出草图后自动返回【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框。
- (7) 在图形窗口中显示凹模的预览, 若需要可在图形窗口中拖动手柄进行调整。
- (8) 在【安全距离】(Clearance) 中, 勾选【卸料板 (SP)】(Stripper Plate (SP)) 复选框, 设置合适的间隙值。

- (9) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统创建翻孔凹模。

5.2.5 镶块辅助设计

PDW 提供的【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 工具可以为凸、凹模的固定提供多种方式。例如, 常见的方式有螺钉、挂台或压块, 同时也可设计加强凸模强度的结构。

在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条上, 单击【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 图标, 弹出如图 5-40 所示的对话框。

5.2.5.1 镶块刀柄

1. 功能概述

对圆形凸、凹模, 固定方式通常采用挂台。而对于异形凸、凹模, 其固定方式多种多样, 使用挂台固定是常见的方式。而且对于细小的凸模, 为了加强其强度, 可以增大非工作部分断面的面积或尺寸。

在【类型】(Type) 中选择【镶块刀柄】(Insert Shank), 系统提供了三种结构形式: 【翻边】(Flange)、【倾斜】(Ramp) 和【后角】(Heel), 如图 5-41 所示。

2. 使用方法

- (1) 在【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【镶块刀柄】(Insert Shank)。

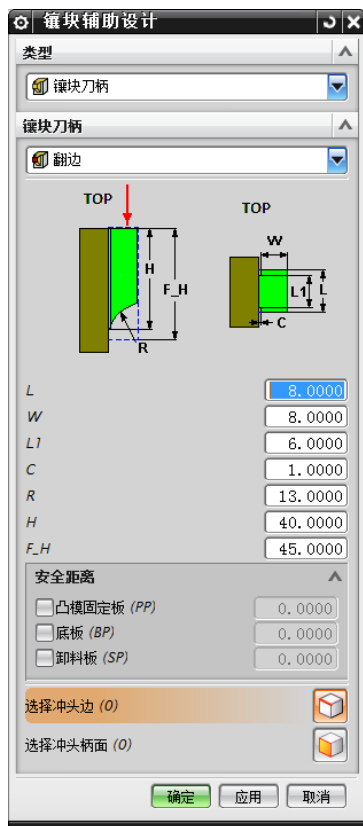


图 5-40 【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框

- (2) 在【镶块刀柄】(Insert Shank) 下拉列表中, 选择其中一种类型。
- (3) 在图形窗口中, 选择冲头根部的边缘。
- (4) 若需要, 修改对应的尺寸。
- (5) 单击【应用】(Apply) 按钮, 即可创建所需的镶块刀柄。

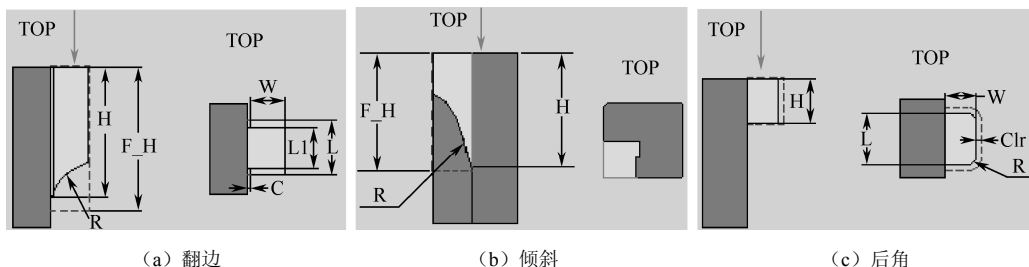


图 5-41 镶块刀柄的类型

5.2.5.2 冲头安装

1. 功能概述

在【类型】(Type) 中选择【冲头安装】(Punch Mount), 系统提供了三种类型的冲头安装固定方式: 螺钉 (Screw)、螺旋塞 (Screw Plug) 和螺钉固定器 (Screw Holder)。

2. 使用方法

- (1) 在【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【冲头安装】(Punch Mount)。
- (2) 在图形窗口中, 选择冲头根部的边缘。
- (3) 单击【设计安装头】(Design Mount Head) 图标, 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。
- (4) 根据设计要求从【文件夹视图】(Folder View) 中选择一种安装方式, 然后在【成员视图】(Member View) 中选择合适的类型。
- (5) 若需更改尺寸, 可在【详细信息】(Details) 列表中进行修改。
- (6) 单击【确定】(OK) 按钮, 即在指定的冲头上安装固定零件。

5.2.5.3 刀具

1. 功能概述

在【类型】(Type) 中选择【刀具】(Tool), 选择【复制】(Copy) 可以快速创建标准件的复制体; 选择【删除】(Delete) 可快速删除镶块。

2. 使用方法

复制镶块使用方法如下:

- (1) 在【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【刀具】(Tool)。
- (2) 在【刀具】(Tool) 下拉列表中选择【复制】(Copy)。
- (3) 在图形窗口中选择需进行复制的镶块。
- (4) 指定复制的参考点, 用户可充分利用点捕捉功能来确定参考点位置。
- (5) 指定复制的目标点, 每选择一个点, 系统自动复制一份。

(6) 单击【确定】(OK) 按钮或【应用】(Apply) 按钮。

删除镶块使用方法如下:

- (1) 在【刀具】(Tool) 下拉列表中选择【删除】(Delete)。
- (2) 在图形窗口中选择需进行删除的镶块。
- (3) 若需删除镶块的刀柄面, 可选择其刀柄面。
- (4) 单击【确定】(OK) 按钮或【应用】(Apply) 按钮。

5.3 案例分析


5.3.1 案例 5-1 : 凸、凹模设计

5.3.1.1 冲裁镶块设计

本案例主要介绍如何创建用户定义的凸模和凹模, 以及标准的凸模和凹模。

将练习目录“\...\chapter_5\”中的 case_1 文件夹复制到电脑中。打开 case_1\prj_control_013.prt。

1. 创建用户定义凸模

- (1) 为了便于操作, 图形窗口中只显示仿真料带。在【装配导航器】(Assembly Navigator) 中, 选择 prj_diebase_016 节点的检查框使其呈灰色显示, 即可隐藏整个模架。
- (2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条中, 单击【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 图标 , 弹出【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框。
- (3) 将【类型】(Type) 设置为【凸模镶块】(Punch Insert)。
- (4) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 prj_db_000。
- (5) 在图形窗口中选择如图 5-42 所示的 4 块废料。

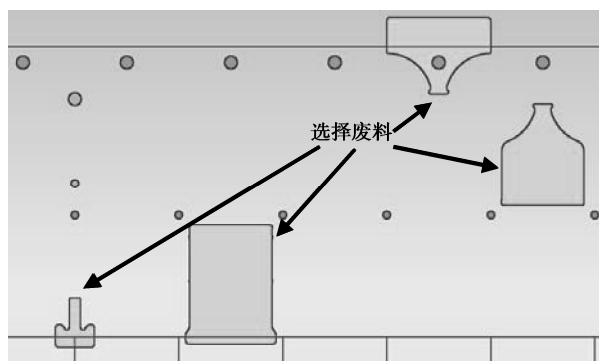



图 5-42 选择废料

(6) 展开【用户定义冲模】(User Defined Die), 勾选 PP、BP 和 SP 的检查框显示检查符, 间隙孔的形状和间隙(安全距离)大小采用默认值, 如图 5-43 所示。



图 5-43 设置间隙孔形状及大小

(7) 单击【创建用户定义凸模】(Create User Defined Punch) 的图标 , 系统将创建如图 5-44 所示的异形凸模, 并在 prj_die_017 节点下增加相应的节点, 如图 5-45 所示。

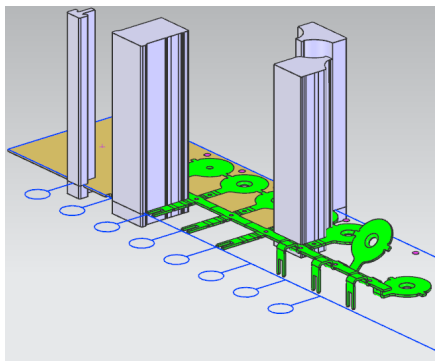


图 5-44 异形凸模

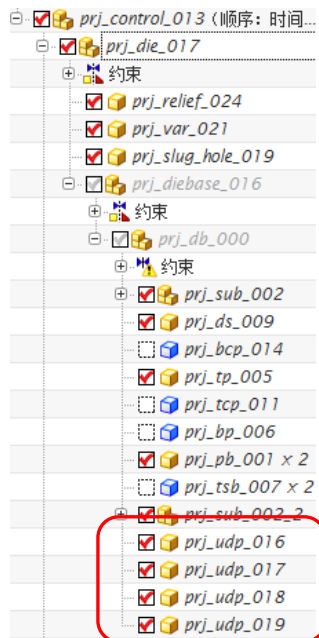


图 5-45 异形凸模的节点

2. 用户自定义凹模

(1) 在【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design)对话框中,将【类型】(Type)设置为【凹模镶块】(Die Insert)。

(2) 确认【父部件】(Parent Part)设置为 *prj_db_000*。在图形窗口中再次选择刚才所选的4块废料(亦可一次选择1块废料来做)。

(3) 在【凹模镶块】(Die Insert)中,确认【凹模镶块】(Die Insert)处于被选中状态。

(4) 展开【用户定义镶块】(User Defined Insert)。

(5) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane)图标,这时系统将创建一个基准平面,位于凹模固定板的顶面,并激活【选择轮廓】(Select Outline)。

(6) 选择刚创建的基准平面,进入草图环境,绘制如图5-46所示的凹模轮廓线;完成后选择【完成草图】(Finish Sketch),返回【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design)对话框。

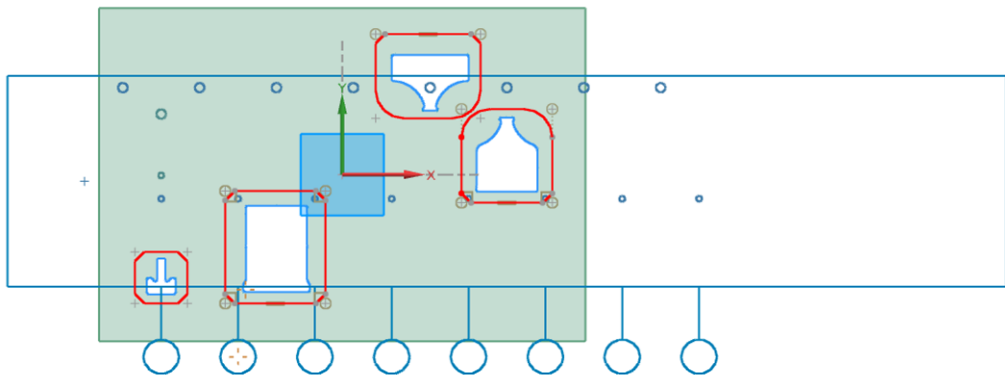



图 5-46 绘制凹模的轮廓

(7) 单击【创建镶块】(Create Insert) 图标，系统将创建如图 5-47 所示的凹模镶块，同时在节点 *prj_db_000* 下增加如图 5-48 所示的节点。

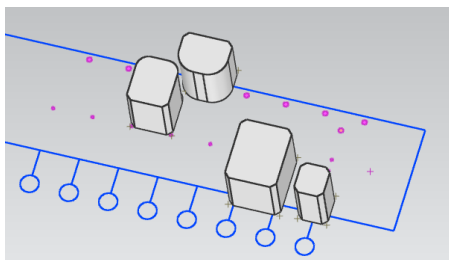


图 5-47 凹模镶块

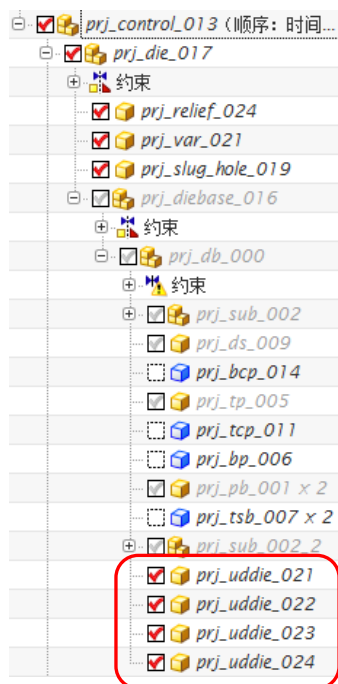


图 5-48 用户定义凹模的节点

3. 创建标准圆形凹模

(1) 在【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框中，将【类型】(Type) 设置为【凹模镶块】(Die Insert)。

(2) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 *prj_db_000*。

(3) 在图形窗口中选择如图 5-49 所示的圆形废料。

(4) 在【凹模镶块】(Die Insert) 中，确认【凹模镶块】(Die Insert) 处于被选中状态。

(5) 单击【标准镶块】(Standard Insert) ，弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

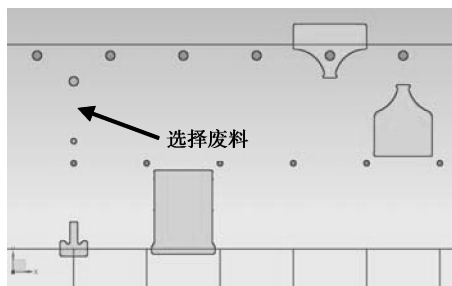


图 5-49 选择废料

(6) 从【文件夹视图】(Folder View) 的 DIE_INSERT 节点下选择 DP，如图 5-50 (a) 所示。

(7) 从【成员视图】(Member View) 中选择 Cylinder Die Insert, 如图 5-50 (b) 所示。

(8) 在【详细信息】(Detail) 中, 设置 D=4mm, 如图 5-50 (c) 所示。



图 5-50 选择圆形凹模

(9) 单击【确定】(OK) 按钮, 创建如图 5-51 (a) 所示的凹模, 同时返回【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框, 在 *prj_db_000* 节点下增加一个节点 *prj_cdi_025*, 如图 5-51 (b) 所示。

(10) 采用同样的方法创建其他 3 处圆形废料的标准圆形凹模。

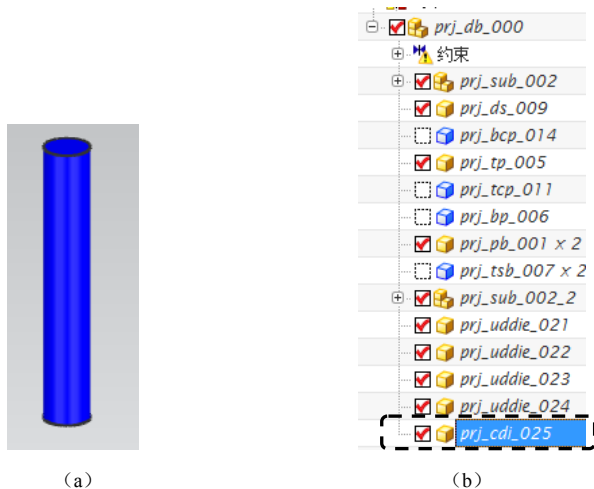



图 5-51 标准圆形凹模

4. 创建标准圆形凸模

(1) 在【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【凸模镶块】(Punch Insert)。

(2) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 *prj_db_000*。

(3) 在图形窗口中选择刚才创建了标准圆形凹模的废料, 如图 5-49 所示。

(4) 单击【标准凸模】(Die Insert) , 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

(5) 从【文件夹视图】(Folder View) 的 *STANDARD_PUNCH* 节点下选择 *PUNCH*, 如图 5-52 (a) 所示。

(6) 从【成员视图】(Member View) 中选择 *SSP[Punch Normal]*, 如图 5-52 (b) 所示。

(7) 在【详细信息】(Detail)中, 设置 $D=3\text{mm}$, 如图 5-52 (c) 所示。

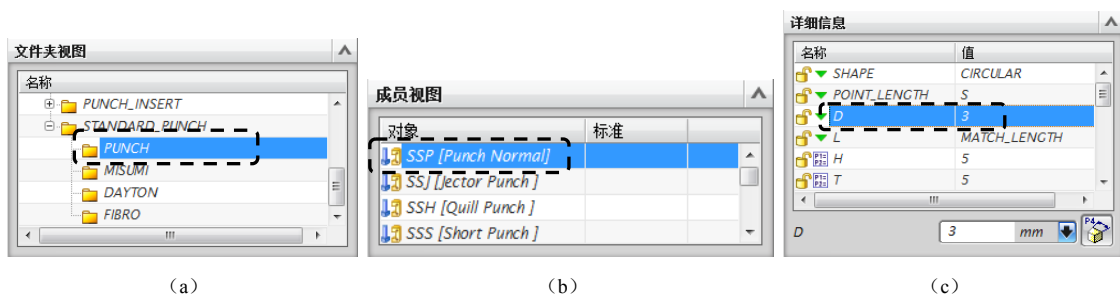


图 5-52 选择圆形凸模

(8) 单击【确定】(OK) 按钮, 创建如图 5-53 (a) 所示的凹模; 同时返回【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框, 在 *prj_db_000* 节点下增加一个节点 *prj_pu_ssp_026*, 如图 5-53 (b) 所示。

(9) 采用同样的方法创建其他 3 个标准圆形凸模。

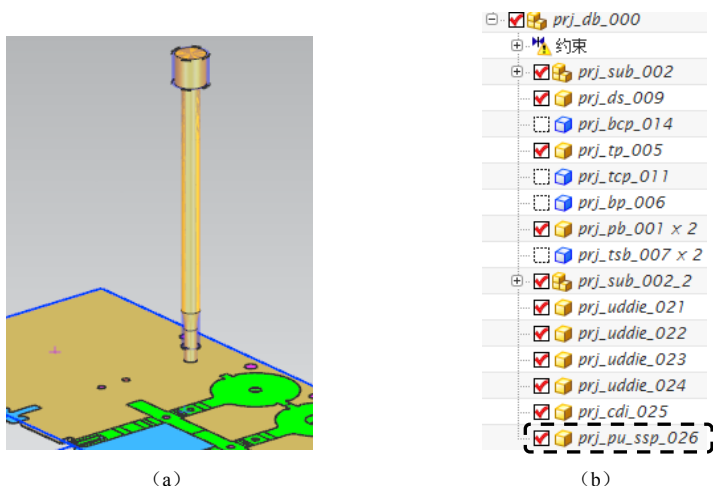


图 5-53 标准圆形凹模

5. 创建型腔废料孔


(1) 在【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【凹模型腔孔废料孔】(Die Cavity and Slug Hole)。

(2) 在图形窗口中选择如图 5-54 所示的 8 块废料。

(3) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 *prj_db_000*。

(4) 从【型腔类型】(Cavity Type) 下拉列表中选择【锥角】(Tapper Angle), 使用默认型腔参数。

(5) 将 *BBP* 和 *DS* 中的废料孔的形状设置为 **FILLET**。

(6) 单击【创建凹模型腔废料孔】(Create Die Cavity and Slug Hole) 图标 , 系统将依次为每块废料创建凹模型腔孔废料实体, 如图 5-55 所示。在后续操作中, 这些实体将用于凹模和模板的挖腔操作, 以便创建真正的凹模刃口和废料孔。

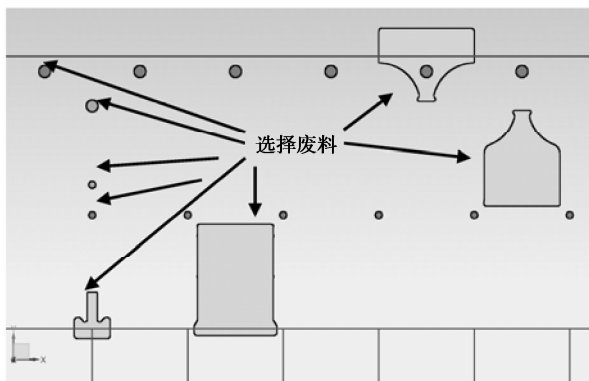


图 5-54 选择废料

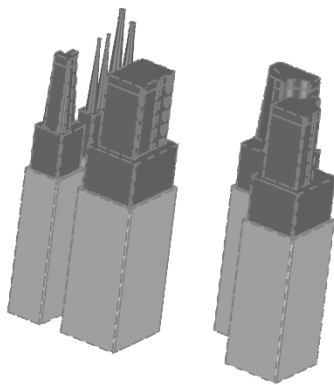


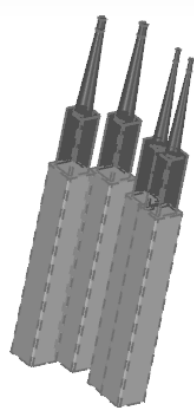


图 5-55 腔孔废料实体

对于如图 5-56 (a) 所示的废料孔实体，形状为圆形更为合适。按以下步骤进行修改：

- ① 在【凹模型孔废料孔】(Die Cavity and Slug Hole) 中，选择【选择凹模型腔废料孔】(Select Die Cavity and Slug Hole)，选择图示中的废料孔实体，一次只能选择一个。
- ② 将 *BBP* 和 *DS* 中的废料孔的形状设置为  **CIRCLE**。
- ③ 单击【创建凹模型腔废料孔】(Create Die Cavity and Slug Hole) 图标 ，系统即可更新废料孔。





(a)



(b)

图 5-56 修改废料孔实体

6. 创建凹模垫板

- (1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条中，单击【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 图标 ，弹出【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框。
- (2) 将【类型】(Type) 设置为【凹模镶块】(Die Insert)。
- (3) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 *prj_db_000*。
- (4) 在图形窗口中选择如图 5-57 所示的 4 块废料。此前已经设计了相应的凸模和凹模。
- (5) 展开【凹模镶块】(Die Insert)，选择【垫板镶块】(Backing Insert)，如图 5-58 所示。
- (6) 单击【标准镶块】(Standard Insert) ，弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

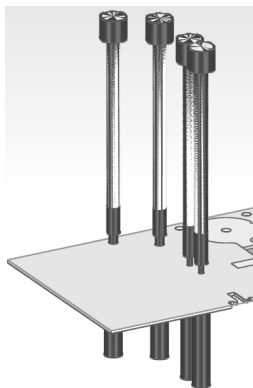


图 5-57 选择废料



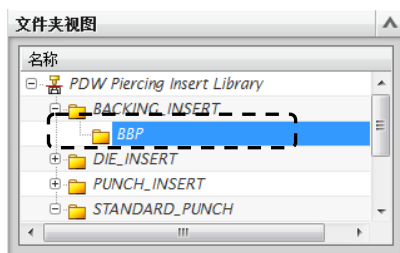
图 5-58 选择垫板镶块的创建模式

(7) 从【文件夹视图】(Folder View) 的 *BACKING_INSERT* 节点下选择 *BBP*, 如图 5-59 (a) 所示。

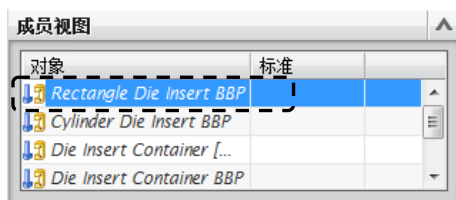
(8) 从【成员视图】(Member View) 中选择 *Rectangle Die Insert BBP*, 如图 5-59 (b) 所示。

(9) 在【详细信息】(Detail) 中, 设置 $L=40\text{mm}$, $W=25\text{mm}$, 如图 5-59 (c) 所示。

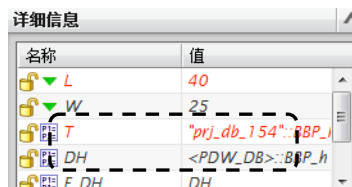
(10) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统以所选的废料中心为基准, 创建如图 5-59 (d) 所示的镶块, 并在 *prj_db_000* 节点下增加相应节点 *prj_container01_121*。



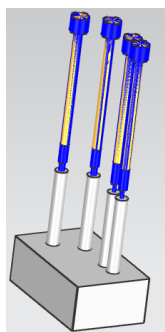
(a)



(b)



(c)



(d)

图 5-59 凹模垫板

7. 创建凸模镶件

(1) 从【文件夹视图】(Folder View) 的 *PUNCH_INSERT* 节点下选择 *PP*, 如图 5-60 (a) 所示。

(2) 从【成员视图】(Member View) 中选择 *Punch Container PP[rectangular]*, 如图 5-60 (b)

所示。

(3) 在【详细信息】(Detail) 中, 设置 $L=25\text{mm}$, $W=40\text{mm}$, 如图 5-60 (c) 所示。

(4) 单击【应用】(Apply) 按钮, 创建如图 5-60 (d) 所示的凸模镶块, 并在 *prj_db_000* 节点下增加相应节点 *prj_pdi_122*。

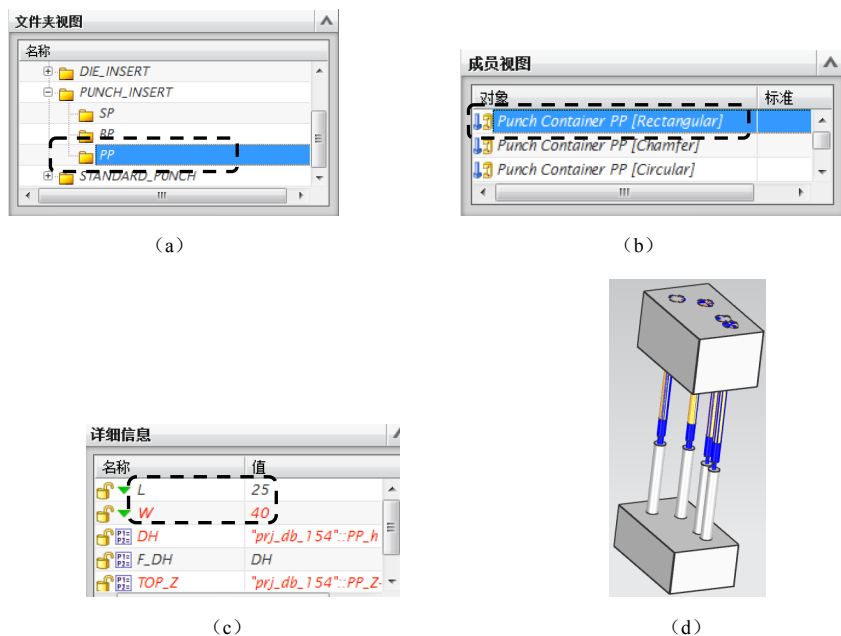



图 5-60 凸模镶件

8. 保存

双击顶层节点 *prj_control_013*, 将其设为工作部件, 单击【保存】(Save) 按钮, 保存装配中的所有文件。

5.3.1.2 折弯镶块设计

1. 隐藏模架

(1) 为了方便观察仿真条料, 先将模架进行隐藏。在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条中, 单击【视图管理器】(View Manager) 图标 , 弹出【视图管理器浏览器】(View Manager Browser)。

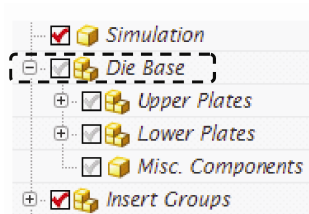



图 5-61 隐藏模架

(2) 找到 *Die Base* 节点, 单击检查框使其呈灰色显示, 如图 5-61 所示, 这样就可快速隐藏模架。

2. 创建 V 形折弯凸模

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条中, 单击【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 图标 , 弹出【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 对话框。

(2) 将【类型】(Type) 设置为【用户定义】(User Defined)。

(3) 在图形窗口中第 7 个工步处选择如图 5-62 所示的高亮显示的 5 个折弯起始面, 需按顺序选择折弯面。

- (4) 确认【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凸模】(Punch)。
- (5) 确认【父】(Parent) 设置为 *prj_db_000*。
- (6) 确认【位置】(Position) 设置为【凸模固定板】(Punch Plate), 如图 5-63 所示。

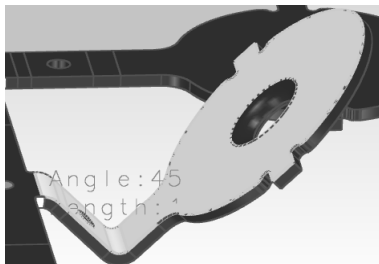


图 5-62 折弯区域面

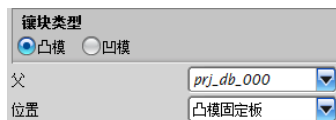



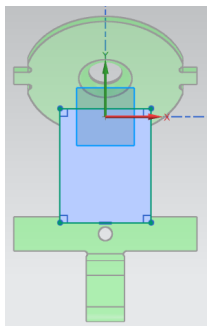
图 5-63 设置凸模的参数

(7) 单击【为用户定义的镶块草图创建基准平面于】(Create Datum Plate for User Defined Insert Sketch On) 图标, 系统自动创建基准平面。

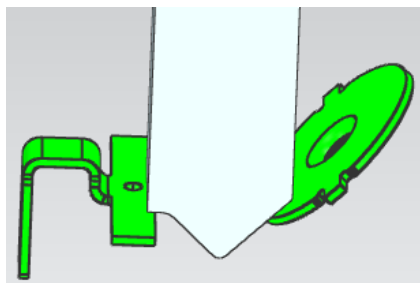
(8) 选择刚创建的基准平面, 进入草图环境, 绘制如图 5-64 (a) 所示的凸模轮廓线。

(9) 单击【完成草图】(Finish Sketch), 返回【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 对话框。系统自动拉伸草图轮廓, 若需要, 可以调整拉伸的长度。

(10) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统自动修改拉伸体, 创建折弯凸模, 如图 5-64 (b) 所示。



(a)



(b)

图 5-64 V 形折弯凸模

3. 创建 V 形折弯凹模

(1) 在图形窗口中第 7 个工步处选择如图 5-65 所示的 5 个折弯起始面。

(2) 确认【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凹模】(Die)。

(3) 确认【父】(Parent) 设置为 *prj_db_000*。

(4) 单击【为用户定义的镶块草图创建基准平面于】(Create Datum Plate for User Defined Insert Sketch On) 图标, 系统自动创建基准平面。

(5) 选择刚创建的基准平面, 进入草图环境, 绘制如图 5-66 (a) 所示的凹模轮廓线。

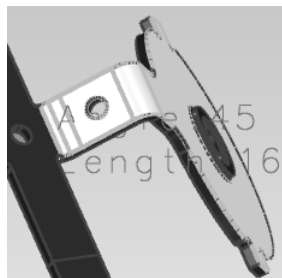


图 5-65 折弯区域面

(6) 单击【完成草图】(Finish Sketch)，返回【折弯镶块设计】(Bending Insert Design)对话框。系统自动拉伸草图轮廓，若需要，可以调整拉伸的长度。

(7) 单击【应用】(Apply)按钮，系统自动修改拉伸体，创建折弯凹模，如图 5-66 (b) 所示。

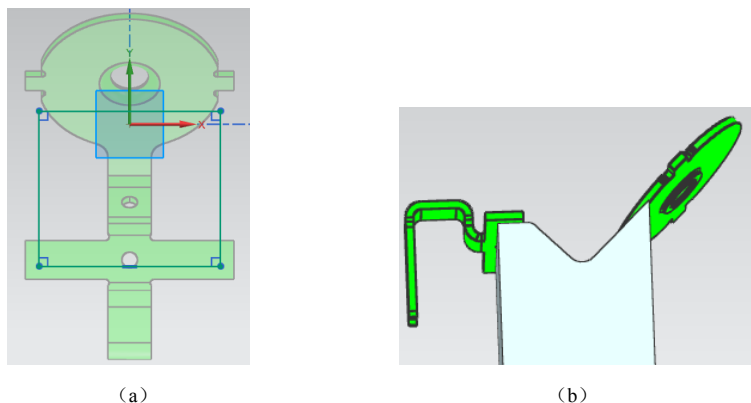


图 5-66 V 形折弯凹模

4. 创建 L 形折弯凸模

(1) 在图形窗口中第 8 个工步处选择如图 5-67 所示的高亮显示的 5 个折弯起始面，需按顺序选择折弯面。

(2) 确认【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凸模】(Punch)。

(3) 确认【父】(Parent) 设置为 *prj_db_000*。

(4) 确认【位置】(Position) 设置为【凸模固定板】(Punch Plate)，如图 5-68 所示。

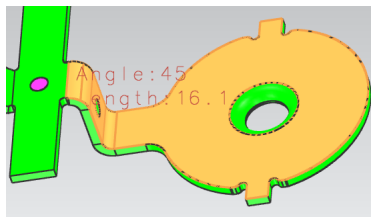


图 5-67 折弯区域面

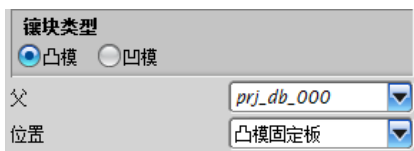



图 5-68 设置凸模的参数

(5) 单击【为用户定义的镶块草图创建基准平面于】(Create Datum Plane for User Defined Insert Sketch On) 图标，系统自动创建基准平面。

(6) 选择刚创建的基准平面，进入草图环境，绘制如图 5-69 (a) 所示的凸模轮廓线。

(7) 单击【完成草图】(Finish Sketch)，返回【折弯镶块设计】(Bending Insert Design)对话框。系统自动拉伸草图轮廓，若需要，可以调整拉伸的长度。

(8) 单击【应用】(Apply)按钮，系统自动修改拉伸体，创建折弯凸模，如图 5-69 (b) 所示。

5. 创建 L 形折弯凹模

(1) 在图形窗口中第 7 个工步处选择如图 5-70 所示的 5 个折弯起始面。

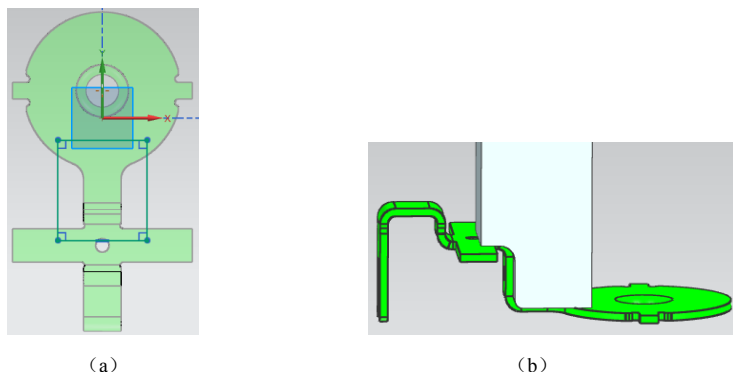



图 5-69 L 型折弯凸模

(2) 确认【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凹模】(Die)。

(3) 确认【父】(Parent) 设置为 *prj_db_000*。

(4) 单击【为用户定义的镶块草图创建基准平面于】(Create Datum Plane for User Defined Insert Sketch On) 图标, 系统自动创建基准平面。

(5) 选择刚创建的基准平面, 进入草图环境, 绘制如图 5-71 (a) 所示的凹模轮廓线。

(6) 单击【完成草图】(Finish Sketch), 返回【折弯镶块设计】(Bending Insert Design) 对话框。系统自动拉伸草图轮廓, 若需要, 可以调整拉伸的长度。

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统自动修改拉伸体, 创建折弯凹模, 如图 5-71 (b) 所示。

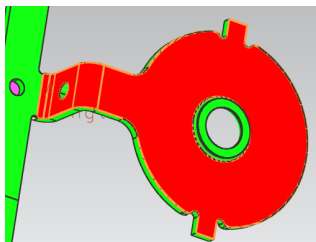


图 5-70 折弯区域面

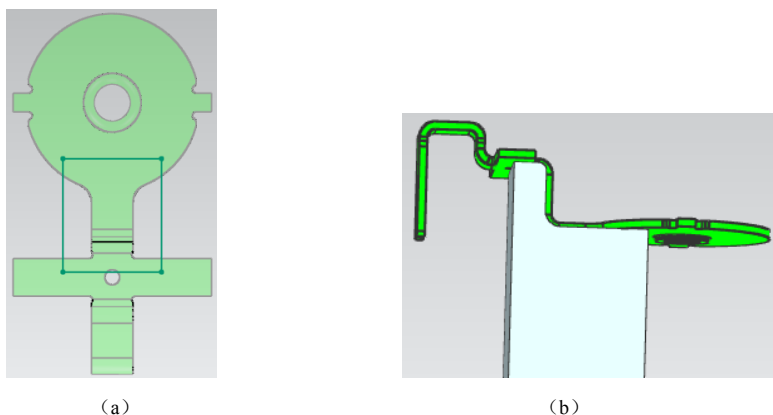


图 5-71 L 型折弯凹模

6. 创建 U 形折弯凸模和凹模

依照创建 V 形折弯凸模和凹模的方法和步骤, 在第 6 个工步处创建如图 5-72 所示的 U 形弯的折弯凸模和折弯凹模, 结果分别如图 5-73 和图 5-74 所示。

7. 保存

双击顶层节点 *prj_control_013*, 将其设为工作部件, 单击【保存】(Save) 按钮, 保存装配中的所有文件。

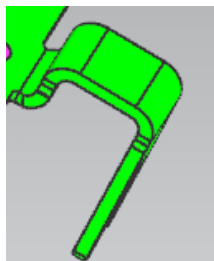


图 5-72 U 形折弯

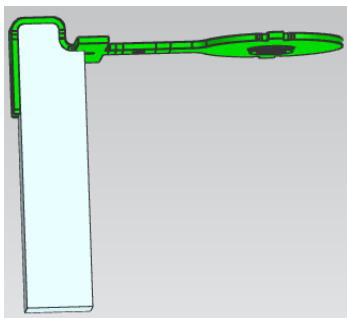


图 5-73 U 形折弯凸模

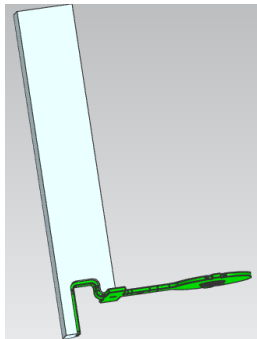



图 5-74 U 形折弯凹模

5.3.1.3 翻孔镶块设计

1. 创建向下翻孔的凸模


(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条中, 单击【翻孔镶块设计】(Burring Insert Design) 图标, 弹出【翻孔镶块设计】(Burring Insert Design) 对话框。

(2) 在图形窗口中选择第 3 个工步上的翻孔圆柱面, 如图 5-75 所示, 系统显示了圆柱面的直径大小。

(3) 在【翻孔方向】(Burring Direction) 中, 选择【向下】(Down)。

(4) 在【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凸模】(Punch)。

(5) 从【父】(Parent) 下拉列表中选择 *prj_die_017* 为要加载的翻孔凸模指定父节点。

(6) 单击【选择标准毛坯】(Select Standard Blank) 图标, 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。可看到系统已经自动选中中间向下成形的翻孔凸模, 如图 5-76 所示。

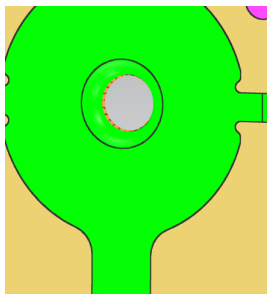


图 5-75 向下翻孔的内圆柱面

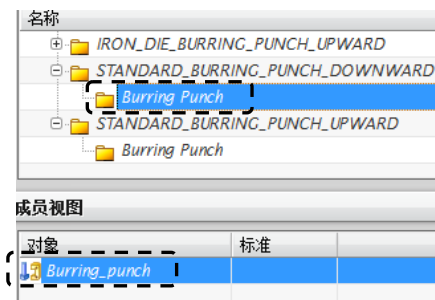


图 5-76 翻孔凸模的标准件库

(7) 若需更改翻孔凸模的尺寸参数, 可在【详细信息】(Details) 中进行修改。本次练习使用默认的参数。

(8) 单击【确定】(OK) 按钮, 系统装载翻孔凸模的毛坯, 即还未创建成形部分的凸模, 如图 5-77 所示, 同时自动返回【翻孔镶块设计】(Burring Insert Design) 对话框。

(9) 设置【起始高度】(Start Height) 为 0mm, 【终止高度】(End Height) 为 53mm, 【冲头类型】(Punch Head Type) 为类型 1。

(10) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统自动创建翻孔凸模的头部, 如图 5-78 所示。

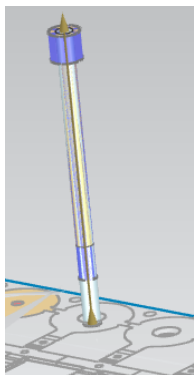


图 5-77 翻孔凸模的毛坯

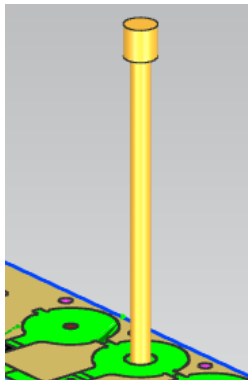


图 5-78 翻孔凸模


2. 创建向下翻孔的凹模

(1) 在图形窗口中选择第 3 个工步上的翻孔外圆柱面, 如图 5-79 所示, 系统显示了圆柱面的直径大小。

(2) 在【翻孔方向】(Burring Direction) 中, 选择【向下】(Down)。

(3) 在【镶块类型】(Insert Type) 设置为【凹模】(Die)。

(4) 从【父】(Parent) 下拉列表中选择 *prj_die_017*, 为要加载的翻孔凸模指定父节点。

(5) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标 , 系统根据翻孔的方向在凹模的安装高度位置自动创建一个基准平面, 如图 5-80 所示。

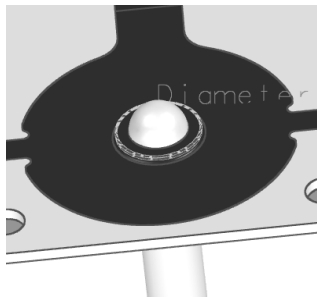


图 5-79 向下翻孔的外圆柱面

(6) 单击选择自动创建的基准平面, 直接进入草图环境。绘制一个与翻孔同心的圆, 直径为 10mm。完成后单击【完成草图】(Finish Sketch), 返回【翻孔镶块设计】(Burring Insert Design) 对话框。此时可看到系统将草图外形进行拉伸后的预览效果。

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统在拉伸轮廓曲线的同时, 还将创建凹模的刃口, 结果如图 5-81 所示。

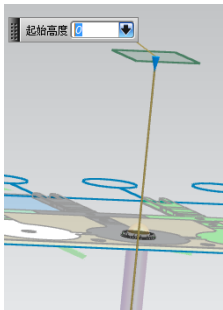


图 5-80 凹模的安装平面

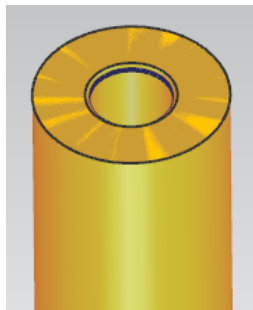


图 5-81 翻孔凹模

3. 保存

双击顶层节点 *prj_control_013*, 将其设为工作部件, 单击【保存】(Save) 按钮, 保存装配中的所有文件。

5.3.1.4 镶块辅助设计

1. 创建后角类型镶块刀柄

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条上, 单击【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 图标, 弹出【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框。

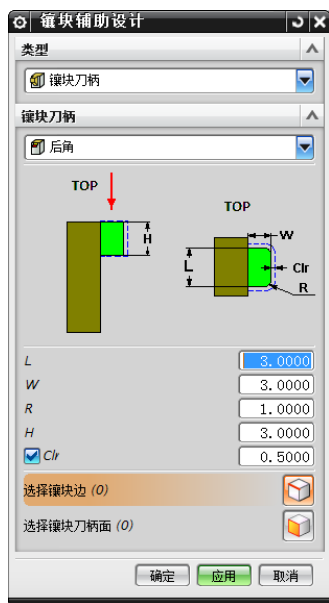
(2) 将【类型】(Type) 设置为【镶块刀柄】(Insert Shank)。

(3) 在【镶块刀柄】(Insert Shank) 下拉列表中, 选择【后角】(Heel)。

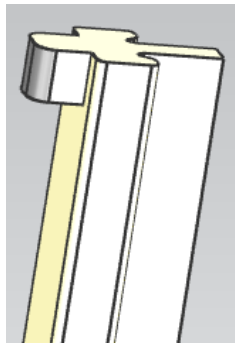
(4) 选择【选择镶块边】(Select Insert Edge), 在图形窗口总选择冲头边缘, 如图 5-82 (a) 所示。

(5) 设置 $L=3$, $W=3$, $R=1$, $H=3$, $Clr=0.5$ 。

(6) 单击【应用】(Apply) 按钮, 结果如图 5-82 (b) 所示。



(a)



(b)

图 5-82 后角类型的镶块刀柄

2. 安装螺钉夹持器

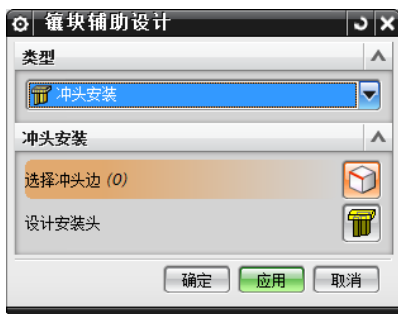



图 5-83 【冲头安装】(Punch Mount) 对话框

(1) 在【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【冲头安装】(Punch Mount), 如图 5-83 所示。

(2) 选择【选择冲头边】(Select Punch Edge), 在图形窗口中选择冲头的边缘, 如图 5-84 (a) 所示。

(3) 单击【设计安装冲头】(Design Mount Punch) 图标, 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

(4) 在【文件夹视图】(Folder View) 的 *Punch_Mount* 节点下选择 *Screw Holder*。

(5) 从【成员视图】(Member View) 中选择 *Screwholder Type2[Top]*, 如图 5-84 (b) 所示。

(6) 在【详细信息】(Details) 列表中, 设置 $SLOT_W=20$, 用于创建沟槽假体的长度。

(7) 单击【确定】(OK) 按钮, 装载如图 5-84 (c) 所示的螺钉夹持器。

(8) 单击【确定】(OK) 按钮, 退出对话框。

① 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条上, 单击【腔体】(Pocket) 图标, 弹出【腔体】(Pocket) 对话框。

② 选择冲头作为目标体, 选择夹持器作为工具体。


③ 单击【确定】(OK) 按钮, 创建如图 5-84 (c) 所示的沟槽。



图 5-84 安装螺钉夹持器

3. 安装固定螺钉

(1) 单击【选择冲头边】(Select Punch Edge), 在图形窗口中选择冲头的边缘, 如图 5-85 (a) 所示。

(2) 单击【设计安装冲头】(Design Mount Punch) 图标, 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

(3) 在【文件夹视图】(Folder View) 的 *Punch_Mount* 节点下选择 *Screw*。

(4) 从【成员视图】(Member View) 中选择 *Screw [Top, TP]*, 如图 5-85 (b) 所示。

(5) 确认激活了【放置】(Placement) 选项组的【选择面或平面】(Select Face or Plane), 选择冲头的顶面作为螺钉的放置面。

(6) 在【详细信息】(Details) 列表中, 设置 $SIZE$ 为 4, 即选择使用 M4 的螺钉进行固定。

(7) 单击【确定】(OK) 按钮, 弹出【标准件位置】(Standard Part Position) 对话框, 如图 5-86 (a) 所示。

(8) 在【参考点】(Reference Point) 处单击【点】(Point) 对话框。

(9) 在【点】(Point) 对话框的【输出坐标】(Output Coordinates) 组中, 将【参考】(Reference) 中 WCS, XC、YC 和 ZC 均设置为 0。

(10) 单击【确定】(OK) 按钮, 退出【点】(Point) 对话框, 返回【标准件位置】(Standard Part Position) 对话框。

(11) 将 X 偏置和 Y 偏置均设为 0。

(12) 单击【确定】(OK) 按钮, 返回【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框。

(13) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统安装如图 5-86 (b) 所示的螺钉。

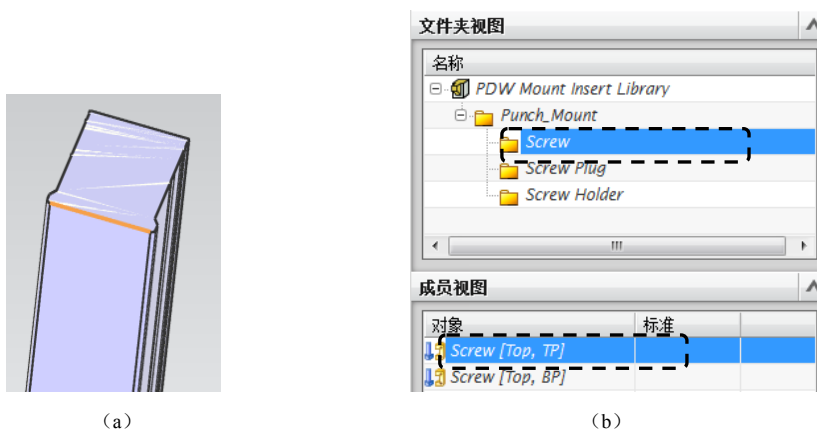


图 5-85 安装螺钉

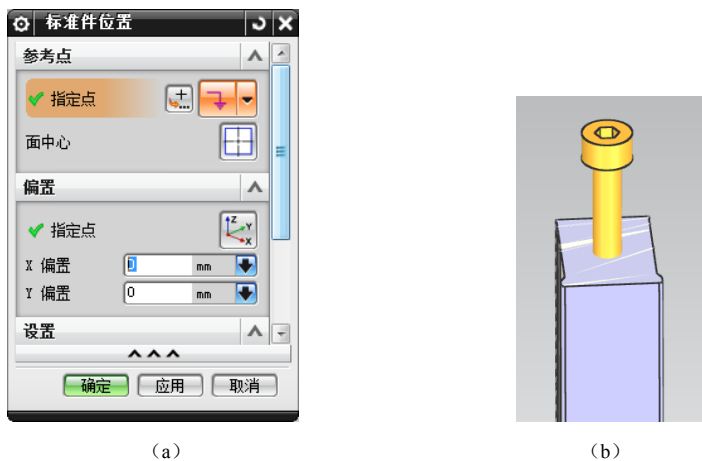


图 5-86 【标准件位置】(Standard Part Position) 对话框

采用同样的方法和步骤为第四个冲头安装螺钉。

4. 保存


双击顶层节点 *prj_control_013*, 将其设为工作部件, 单击【保存】(Save) 按钮, 保存装配中的所有文件。

5.3.2 案例 5-2: 凸、凹模设计


将练习目录“\...\chapter_5\”中的 *fr_case01_stp* 文件夹复制到电脑中。打开 *case_2\prj_control.prt*。

5.3.2.1 冲裁镶块设计

1. 创建用户定义凹模

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条中, 单击【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 图标 , 弹出【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框。

- (2) 将【类型】(Type) 设置为【凹模镶块】(Punch Insert)。
- (3) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 *prj_db_000*。
- (4) 在图形窗口中第 1 个工步处选择如图 5-87 所示的 4 块废料。
- (5) 在【凹模镶块】(Die Insert) 中, 确认【凹模镶块】(Die Insert) 处于被选中状态。
- (6) 展开【用户定义镶块】(User Defined Insert)。

(7) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 创建一个基准平面, 位于凹模固定板的顶面, 系统自动激活【选择轮廓】(Select Outline)。

(8) 选择刚创建的基准平面, 进入草图环境, 绘制如图 5-88 所示的凹模轮廓线; 完成后选择【完成草图】(Finish Sketch), 返回【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框。

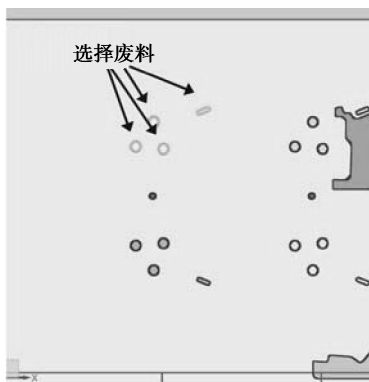


图 5-87 选择废料

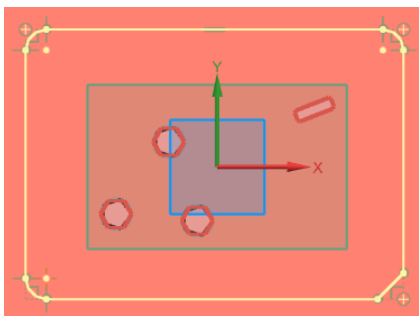




图 5-88 绘制凹模的轮廓

(9) 单击【创建镶块】(Create Insert) 图标, 系统将创建如图 5-89 所示的凹模镶块。

2. 利用镜像装配创建凹模

(1) 在【文件】(File) 的【所有应用模块】(All Application Modules) 下找到【装配】(Assemble), 将【装配】(Assemble) 工具条调出, 单击【镜像装配】(Mirror Assemblies) 图标, 弹出【镜像装配向导】(Mirror Assemblies Wizard) 对话框, 如图 5-90 所示。单击【下一步】(Next) 按钮开始使用该向导。

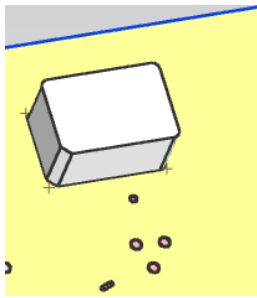



图 5-89 凹模镶块

(2) 选择上一步创建的凹模作为镜像的组件, 单击【下一步】(Next) 按钮。

(3) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 创建如图 5-91 所示的基准平面, 单击【确定】(OK) 按钮返回【镜像装配向导】(Mirror Assemblies Wizard) 对话框。

(4) 选择创建的基准平面为镜像平面, 单击【下一步】(Next) 按钮, 如图 5-92 所示。

(5) 单击【完成】(Apply) 按钮, 镜像得到如图 5-93 所示的凹模。

3. 创建标准圆形凹模

(1) 在【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【凹模镶块】(Die Insert)。



图 5-90 【镜像装配向导】（Mirror Assemblies Wizard）对话框

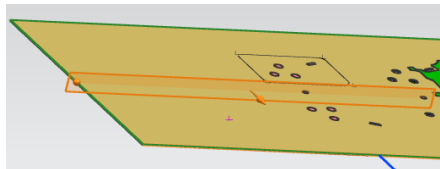


图 5-91 基准平面



图 5-92 镜像组件定位方案图

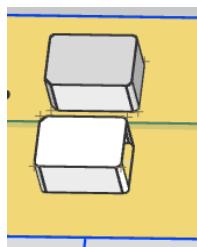


图 5-93 镜像装配结果

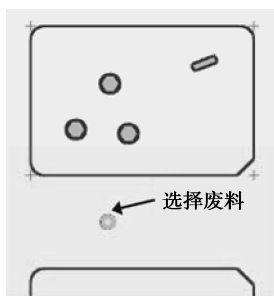



图 5-94 选择废料

- (2) 确认【父部件】（Parent Part）设置为 *prj_db_000*。
- (3) 在图形窗口中选择如图 5-94 所示的圆形废料。
- (4) 在【凹模镶块】（Die Insert）组中，选择【凹模镶块】（Die Insert）。

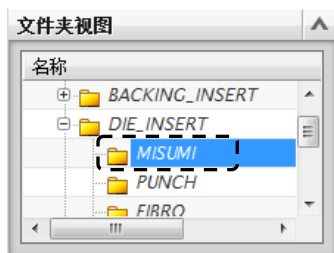
- (5) 单击【标准镶块】（Standard Insert），弹出【标准件管理】（Standard Part Management）对话框。

- (6) 从【文件夹视图】（Folder View）的 *DIE_INSERT* 节点下选择 *MISUMI*，如图 5-95（a）所示。

- (7) 从【成员视图】（Member View）中选择 *MHD[Head Type(Regular)-A]*，如图 5-95（b）所示。

- (8) 在【详细信息】（Detail）中，设置 $D=16\text{mm}$ ，如图 5-95（c）所示。

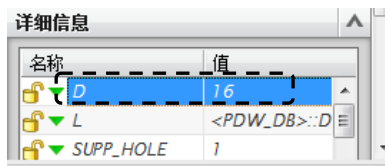
- (9) 单击【确定】（OK）按钮，创建如图 5-96 所示的标准圆形凹模，同时返回【冲裁镶块设计】（Piercing Insert Design）对话框。



(a)




(b)



(c)

图 5-95 参数设置

4. 创建用户定义凹模

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条中, 单击【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 图标, 弹出【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框。


(2) 将【类型】(Type) 设置为【凹模镶块】(Punch Insert)。

(3) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 *prj_db_000*。

(4) 在图形窗口中第 2 个工步处选择如图 5-97 所示的废料。

(5) 在【凹模镶块】(Die Insert) 中, 确认【凹模镶块】(Die Insert) 处于被选中状态。

(6) 展开【用户定义镶块】(User Defined Insert)。

(7) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 创建一个基准平面, 位于凹模固定板的顶面, 系统自动激活【选择轮廓】(Select Outline)。

(8) 选择刚创建的基准平面, 进入草图环境, 绘制如图 5-98 所示的凹模轮廓线; 完成后单击【完成草图】(Finish Sketch), 返回【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框。

(9) 单击【创建镶块】(Create Insert) 图标, 系统将创建如图 5-99 所示的凹模镶块。

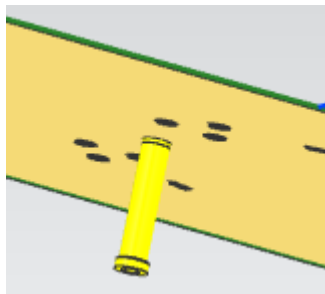


图 5-96 圆形凹模



图 5-97 选择废料

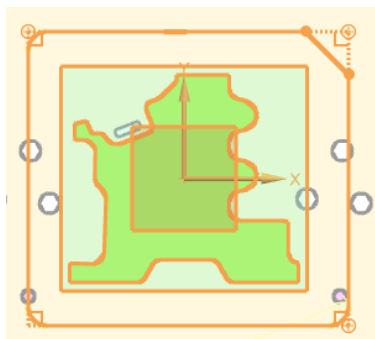


图 5-98 绘制凹模的轮廓

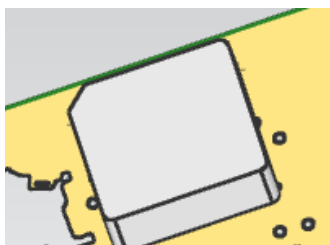


图 5-99 凹模镶块

(10) 用同样的方法分别创建如图 5-100 (a) 所示的废料的凹模, 结果如图 5-100 (b) 至图 5-100 (e) 所示。

至此, 案例 5-2 中的凹模创建完毕, 结果如图 5-101 所示。

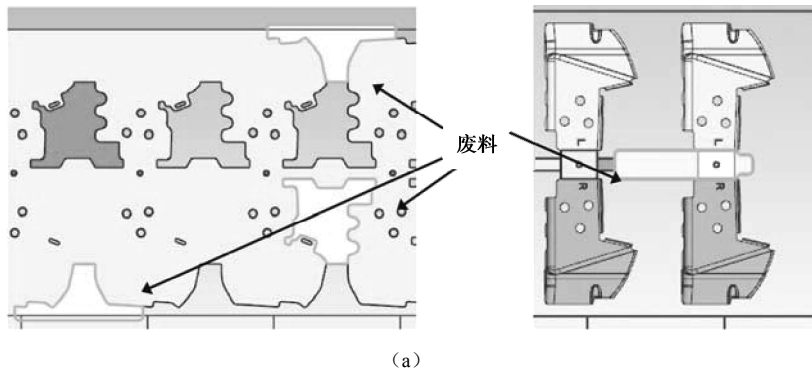


图 5-100 废料及其凹模

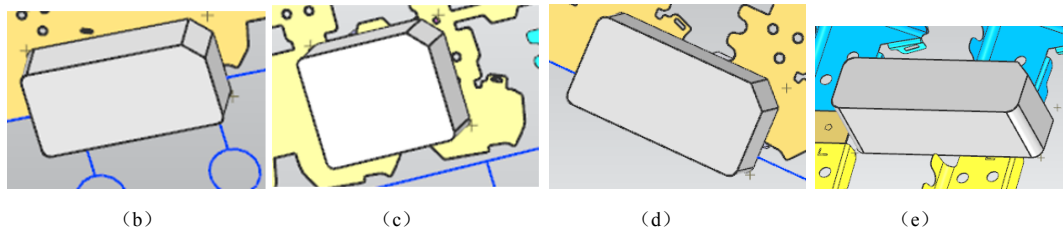


图 5-100 废料及其凹模 (续)

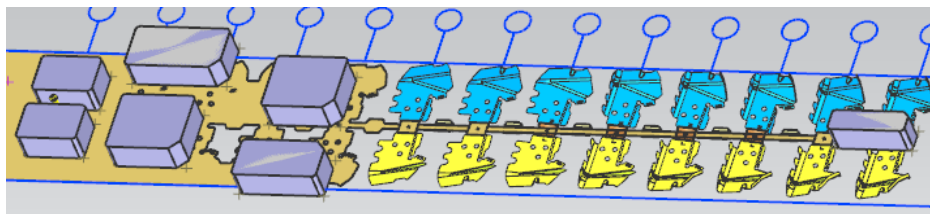



图 5-101 凹模图

5. 创建用户定义凸模

- (1) 将【类型】(Type) 设置为【凸模镶块】(Punch Insert)。
- (2) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 *prj_db_000*。
- (3) 在图形窗口中选择如图 5-102 所示的 7 块废料。



图 5-102 选择废料

- (4) 单击【创建用户定义凸模】(Create User Defined Punch) 的图标, 系统将创建如图 5-103 所示的异形凸模。

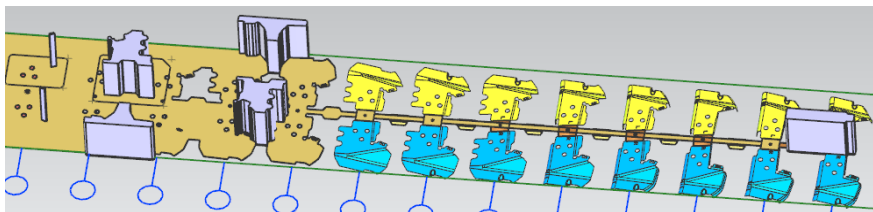


图 5-103 异形凸模

6. 创建标准圆形凸模

- (1) 将【类型】(Type) 设置为【凸模镶块】(Punch Insert)。

- (2) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 *prj_db_000*。
- (3) 在图形窗口中选择 2 块圆形废料, 选择后会高亮显示, 如图 5-104 所示。
- (4) 单击【标准凸模】(Die Insert) , 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。
- (5) 从【文件夹视图】(Folder View) 的 *STANDARD_PUNCH* 节点下选择 *PUNCH*。
- (6) 从【成员视图】(Member View) 中选择 *Punch Normal*。
- (7) 在【详细信息】(Detail) 中, 设置 $D=16\text{mm}$ 。
- (8) 单击【应用】(Apply) 按钮, 创建如图 5-105 所示左侧的圆形凸模, 单击【取消】(Cancel) 返回【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。
- (9) 这时需要设置第二个圆形凸模的参数, 设置 $D=10\text{mm}$ 。
- (10) 单击【应用】(Apply) 按钮, 创建如图 5-105 所示右侧的圆形凸模。

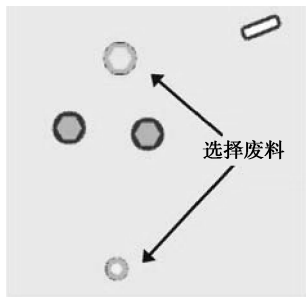


图 5-104 选择废料

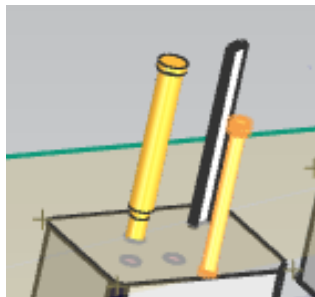


图 5-105 标准圆形凸模

7. 复制凸模


- (1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 图标 , 弹出【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框。
- (2) 将【类型】(Type) 设置为【刀具】(Tools)。
- (3) 确认【刀具】(Tools) 组设置为【复制】(Copy), 如图 5-106 所示。
- (4) 确认【选择镶块】(Select Insert) 处于激活状态, 在图形窗口中选择上一步创建的右侧的圆形凸模。
- (5) 选择【指定控制点】(Select Control Point), 确认在【选择条】(Selection Bar) 中开启了【圆弧中心】(Arc Center) 的捕捉, 选择凸模孔的圆弧, 以其圆心作为控制点。
- (6) 系统自动跳转到【指定目标点】(Select Destination Point), 在图形窗口中进行选择需要放置圆形凸模的圆弧, 每选择一个圆弧, 系统将在该位置复制一份, 如图 5-107 所示。



图 5-106 【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框



图 5-107 复制的标准件

(7) 完成复制后, 单击【确定】(OK) 按钮, 关闭对话框。



8. 创建凹模型腔废料孔

(1) 在【冲裁镶块设计】(Piercing Insert Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【凹模型腔废料孔】(Die Cavity and Slug Hole)。


(2) 在图形窗口中选择如图 5-108 所示的 5 块废料。

(3) 确认【父部件】(Parent Part) 设置为 *prj_db_000*。

(4) 从【型腔类型】(Cavity Type) 下拉列表中选择【锥角】(Tapper Angle), 设置 $H=3$, $A=-1$, $C1=1$, $C2=2$ 。

(5) 将 *BBP* 和 *DS* 中的废料孔的形状设置为  CLEARANCE .

(6) 其余参数采用系统默认。

(7) 单击【创建凹模型腔废料孔】(Create Die Cavity and Slug Hole) 图标 , 系统将依次为每块废料创建凹模型腔孔废料实体, 如图 5-109 所示。在后续操作中, 这些实体将用于凹模和模板的挖腔操作, 以便创建真正的凹模刃口和废料孔。

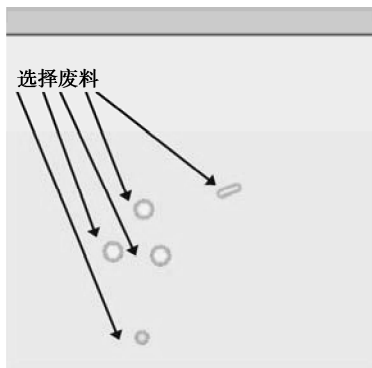


图 5-108 选择废料

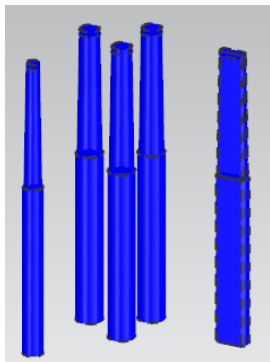


图 5-109 废料孔实体

(8) 采用同样的方法创建如图 5-110 (a) 所示的 5 块废料的废料孔, 结果如图 5-110 (b) 所示。

(9) 单击【取消】(Cancel) 按钮退出对话框。



(a)

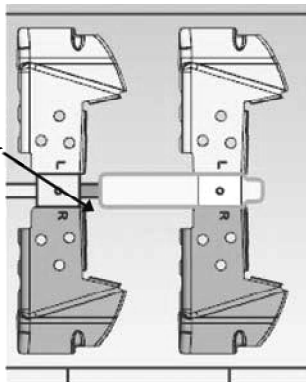
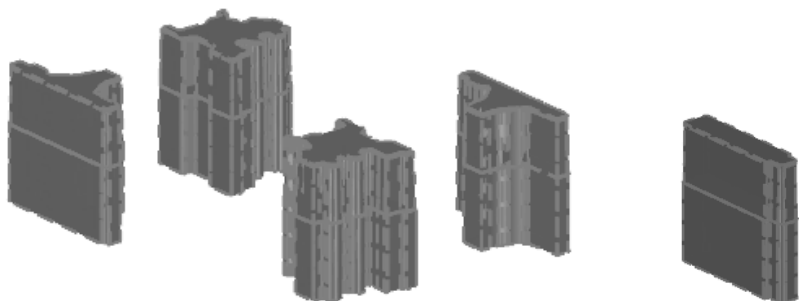


图 5-110 创建废料孔



(b)


图 5-110 创建废料孔 (续)

9. 保存

双击顶层节点 `prj_control`, 将其设为工作部件; 单击【保存】(Save) 按钮, 保存装配中的所有文件。

5.3.2.2 成形镶块设计

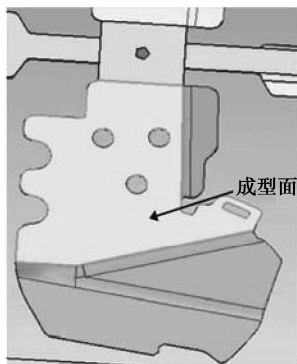
1. 创建成形凸模

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条上, 单击【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 图标, 弹出【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框。

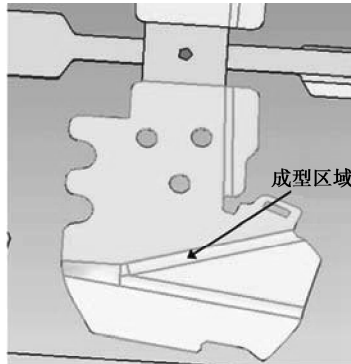
(2) 在【选择成形区域】(Select Forming Region) 组中, 勾选【使用种子面和边界面】(Use Seed Face and Boundary Faces) 复选框, 以不显示检查符。

(3) 系统自动激活【选择成形面】(Select Forming Faces)。

(4) 在图形窗口中, 第 6 个工步处选择如图 5-111 (a) 所示的成形面, 系统将搜索到的成形区域面高亮显示, 如图 5-111 (b) 所示。



(a)




(b)

图 5-111 选择成形面及成形区域

(5) 在【创建成形毛坯】(Create Forming Blank) 组中, 选择【设计成形凸模】(Design Forming Punch)。

(6) 父节点使用默认的 `prj_db_000`, 凸模的安装高度为卸料板。

(7) 由于需要通过成形区域来修剪草图轮廓的拉伸体, 因此, 勾选【直接通过成形区域修剪】(Trim by Forming Region Directly) 复选框, 以显示检查符。

(8) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标，系统将在卸料板的高度位置上创建一个基准平面。

(9) 选择刚创建的基准平面，自动进入草图环境，绘制如图 5-112 (a) 所示的轮廓线。为了保证后续的修剪操作能够成功，轮廓曲线必须在成形区域的范围内。

(10) 在完成轮廓线的绘制后，选择【完成草图】(Finish Sketch)，自动返回【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框，同时图形窗口中出现拉伸体的预览。

(11) 若需调整拉伸体的长度，可直接拖动拉伸手柄。

(12) 单击【应用】(Apply) 按钮，系统将利用区域的外形轮廓进行拉伸，并对成形区域进行修剪，获得如图 5-112 (b) 所示的成形凸模。

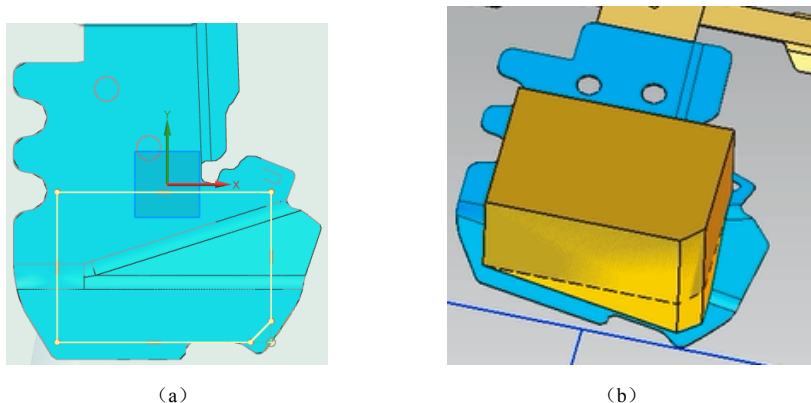


图 5-112 成形凸模轮廓及模型

2. 创建成形凹模

(1) 在【选择成形区域】(Select Forming Region) 组中，勾选【使用种子面和边界面】(Use Seed Face and Boundary Faces) 复选框，以不显示检查符，确认【选择成形面】(Select Forming Faces) 被激活。

(2) 在图形窗口中，第 6 个工步处选择如图 5-113 所示的成形区域。

(3) 在【创建成形毛坯】(Create Forming Blank) 组中，单击选择【设计成形凹模】(Design Forming Die)。

(4) 父节点使用默认的 *prj_db_000*，位置选择凹模固定板。

(5) 由于需要通过成形区域来修剪草图轮廓的拉伸体，因此，勾选【直接通过成形区域修剪】(Trim by Forming Region Directly) 复选框，以显示检查符。

(6) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标，系统将在凹模固定板的高度位置上创建一个基准平面。

(7) 选择刚创建的基准平面，自动进入草图环境，绘制如图 5-114 所示的轮廓线。为了保证后续的修剪操作能够成功，轮廓曲线必须在成形区域的范围内。

(8) 在完成轮廓线的绘制后，单击【完成草图】(Finish Sketch)，自动返回【成形镶块设

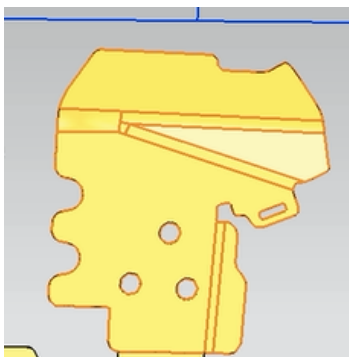


图 5-113 成形区域

计】(Forming Insert Design)对话框,同时图形窗口中出现拉伸体的预览。

(9) 若需调整拉伸体的长度,可直接拖动拉伸手柄。

(10) 单击【应用】(Apply)按钮,系统将利用成形区域对拉伸体进行修剪,获得如图 5-115 所示的成形凹模。

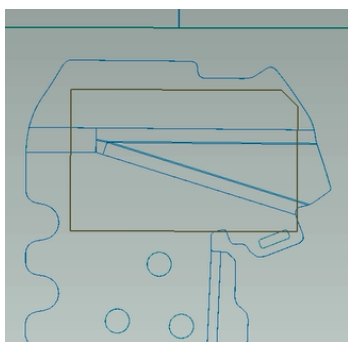


图 5-114 绘制轮廓线

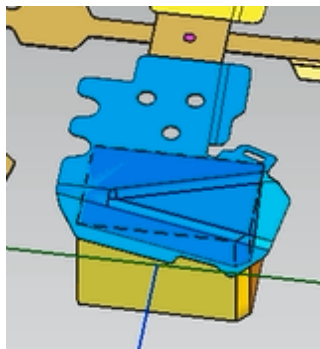


图 5-115 成形凹模

3. 创建成形凸模

按照前面创建成形凸模的步骤来创建成形凸模。选择第 7 工步处如图 5-116 所示的成形区域。在草图环境中绘制如图 5-117 所示的轮廓线,获得如图 5-118 所示的成形凸模。

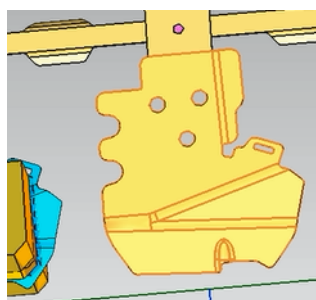


图 5-116 成形区域

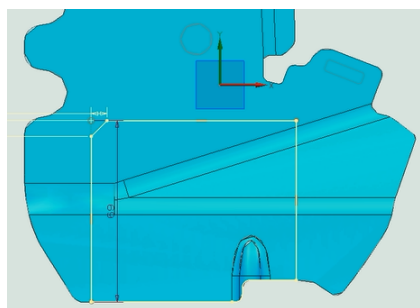


图 5-117 绘制轮廓线

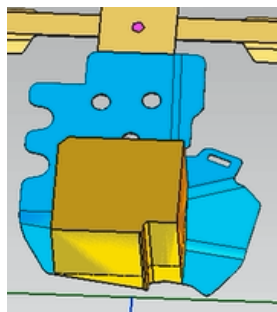


图 5-118 成形凸模

4. 创建成形凹模

按照前面创建成形凹模的步骤来创建成形凹模。选择第 7 工步处如图 5-119 所示的成形区域。在草图环境中绘制如图 5-120 所示的轮廓线,获得如图 5-121 所示的成形凹模。

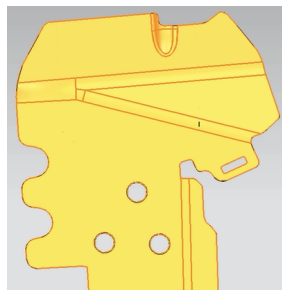


图 5-119 成形区域

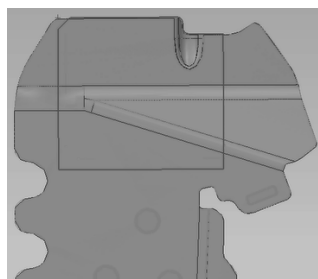


图 5-120 绘制轮廓线

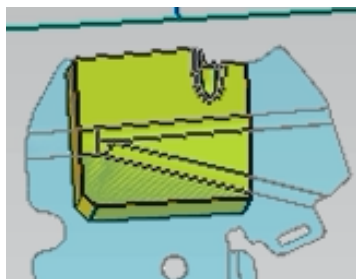


图 5-121 成形凹模

5. 创建成形凸模

- (1) 在【选择成形区域】(Select Forming Region) 组中, 勾选【使用种子面和边界面】(Use Seed Face and Boundary Faces) 复选框, 以不显示检查符。
- (2) 在图形窗口中, 选择第 8 个工步处如图 5-122 所示的成形区域。
- (3) 在【创建成形毛坯】(Create Forming Blank) 组中, 选择【设计成形凸模】(Design Forming Punch)。
- (4) 父节点使用默认的 *prj_db_000*, 位置选择卸料板。
- (5) 由于需要通过成形区域来修剪草图轮廓的拉伸体, 因此, 勾选【直接通过成形区域修剪】(Trim by Forming Region Directly) 复选框, 以显示检查符。
- (6) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 系统将在卸料板的高度位置上创建一个基准平面。
- (7) 选择刚创建的基准平面, 自动进入草图环境, 绘制如图 5-123 所示的轮廓线。为了保证后续的修剪操作能够成功, 轮廓曲线必须在成形区域的范围内。

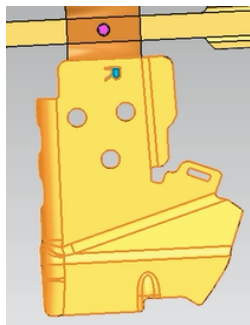


图 5-122 成形区域

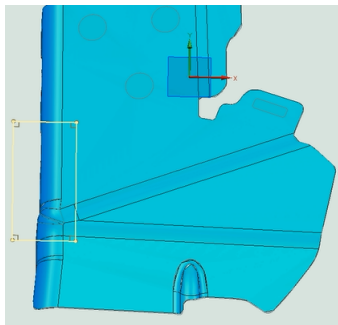


图 5-123 绘制轮廓线

- (8) 在完成轮廓线的绘制后, 选择【完成草图】(Finish Sketch), 自动返回【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框, 同时图形窗口中出现拉伸体的预览。
- (9) 在【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框中将高度改为 70mm。
- (10) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将利用成形区域对拉伸体进行修剪, 获得如图 5-124 所示的成形凸模。
- (11) 利用同步建模功能中的【移动面】(Move Face) 对成形凸模进行调整, 最终获得成形凸模如图 5-125 所示。

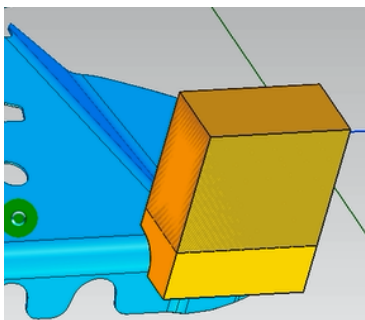


图 5-124 成形凸模

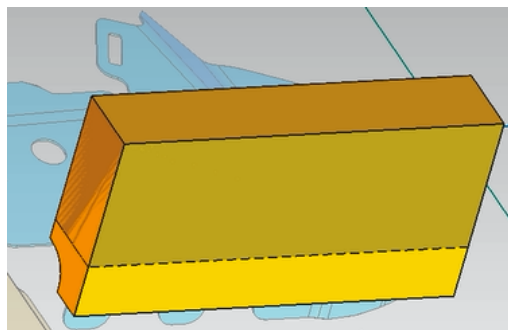


图 5-125 成形凸模

6. 创建成形凹模

- (1) 在【选择成形区域】(Select Forming Region) 组中, 勾选【使用种子面和边界面】(Use Seed Face and Boundary Faces) 复选框, 以不显示检查符。
- (2) 在图形窗口中, 选择第 8 个工步处如图 5-126 所示的成形区域。
- (3) 在【创建成形毛坯】(Create Forming Blank) 组中, 选择【设计成形凹模】(Design Forming Die)。
- (4) 父节点使用默认的 *prj_db_000*, 位置选择凹模固定板。
- (5) 由于将要设计的成形凹模跟随区域外形轮廓, 因此, 勾选【直接通过成形区域修剪】(Trim by Forming Region Directly) 复选框, 以显示检查符。
- (6) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 系统将在凹模固定板的高度位置上创建一个基准平面。
- (7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统跟随所选成形区域外形轮廓, 获得如图 5-127 所示的成形凹模。

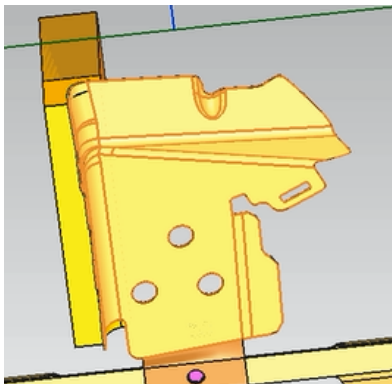


图 5-126 成形区域

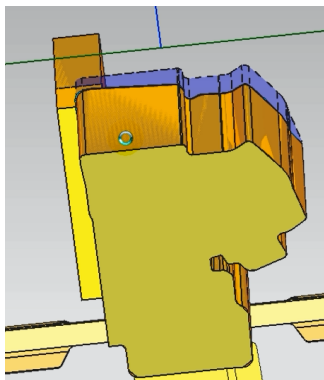


图 5-127 成形凹模

7. 创建成形凸模

- (1) 在【选择成形区域】(Select Forming Region) 组中, 勾选【使用种子面和边界面】(Use Seed Face and Boundary Faces) 复选框, 以不显示检查符。
- (2) 在图形窗口中, 选择第 6 个工步处, 如图 5-128 所示的成形区域。

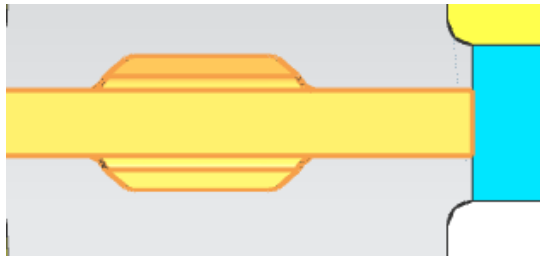


图 5-128 成形区域

- (3) 在【创建成形毛坯】(Create Forming Blank) 组中, 选择【设计成形凸模】(Design Forming Punch)。
- (4) 父节点使用默认的 *prj_db_000*, 位置选择卸料板。

(5) 由于需要通过成形区域来修剪草图轮廓的拉伸体, 因此, 选择【直接通过成形区域修剪】(Trim by Forming Region Directly) 复选框, 以显示检查符。

(6) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 系统将在卸料板的高度位置上创建一个基准平面。

(7) 选择刚创建的基准平面, 自动进入草图环境, 绘制如图 5-129 所示的轮廓线。为了保证后续的修剪操作能够成功, 轮廓曲线必须在成形区域的范围内。

(8) 在完成轮廓线的绘制后, 选择【完成草图】(Finish Sketch), 自动返回【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框, 同时图形窗口中出现拉伸体的预览。

(9) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将利用成形区域对拉伸体进行修剪, 获得如图 5-130 所示的成形凸模。

(10) 利用【边倒圆】(Edge) 对两个边进行倒圆, R 为 1mm, 倒圆后的成形凸模如图 5-131 所示。

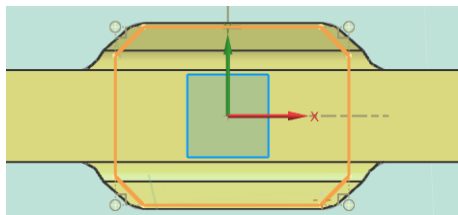


图 5-129 绘制轮廓线

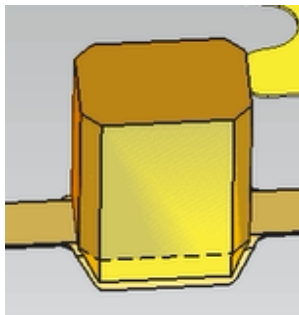


图 5-130 成形凸模

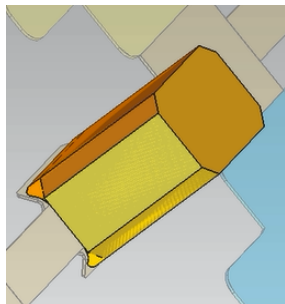


图 5-131 成形凸模

8. 创建成形凹模

(1) 在【选择成形区域】(Select Forming Region) 组中, 勾选【使用种子面和边界面】(Use Seed Face and Boundary Faces) 复选框, 以不显示检查符, 确认【选择成形面】(Select Forming Faces) 被激活。

(2) 在图形窗口中, 第 6 工步处如图 5-132 所示的成形区域。

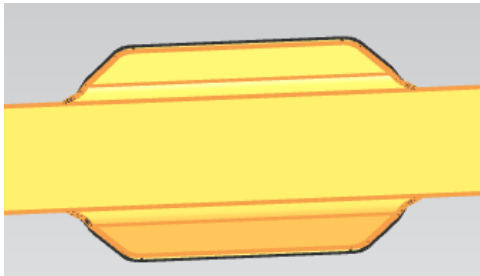


图 5-132 成形区域

(3) 在【创建成形毛坯】(Create Forming Blank) 组中, 选择【设计成形凹模】(Design Forming Die)。

(4) 父节点使用默认的 *prj_db_000*, 位置选择凹模固定板。

(5) 由于需要通过成形区域来修剪草图轮廓的拉伸体, 因此, 选择【直接通过成形区域

修剪】(Trim by Forming Region Directly) 复选框, 以显示检查符。

(6) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 系统将在凹模固定板的高度位置上创建一个基准平面。

(7) 选择刚创建的基准平面, 自动进入草图环境, 绘制如图 5-133 所示的轮廓线。为了保证后续的修剪操作能够成功, 轮廓曲线必须在成形区域的范围内。

(8) 在完成轮廓线的绘制后, 选择【完成草图】(Finish Sketch), 自动返回【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框, 同时图形窗口中出现拉伸体的预览。

(9) 若需调整拉伸体的长度, 可直接拖动拉伸手柄。

(10) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将利用成形区域对拉伸体进行修剪, 获得如图 5-134 所示的成形凹模。

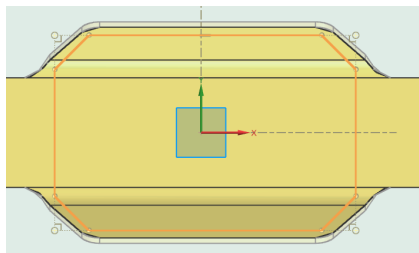


图 5-133 绘制轮廓线

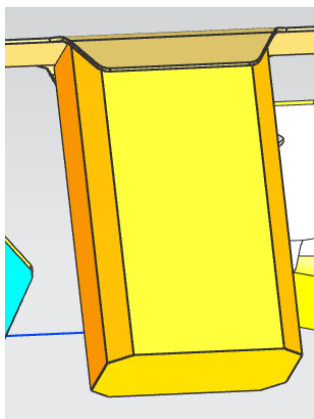


图 5-134 成形凹模

9. 创建成形凸模

(1) 在【选择成形区域】(Select Forming Region) 组中, 勾选【使用种子面和边界面】(Use Seed Face and Boundary Faces) 复选框, 以不显示检查符。

(2) 在图形窗口中, 选择第 10 个工步处如图 5-135 所示的成形区域。

(3) 在【创建成形毛坯】(Create Forming Blank) 组中, 选择【设计成形凸模】(Design Forming Punch)。

(4) 父节点使用默认的 *prj_db_000*, 位置选择卸料板。

(5) 由于需要通过成形区域来修剪草图轮廓的拉伸体, 因此, 选择【直接通过成形区域修剪】(Trim by Forming Region Directly) 复选框, 以显示检查符。

(6) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 系统将在卸料板的高度位置上创建一个基准平面。

(7) 选择刚创建的基准平面, 自动进入草图环境, 绘制如图 5-136 所示的轮廓线。为了保证后续的修剪操作能够成功, 轮廓曲线必须在成形区域的范围内。

(8) 在完成轮廓线的绘制后, 选择【完成草图】(Finish Sketch), 自动返回【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框, 同时图形窗口中出现拉伸体的预览。

(9) 在【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框中将高度改为 80mm。

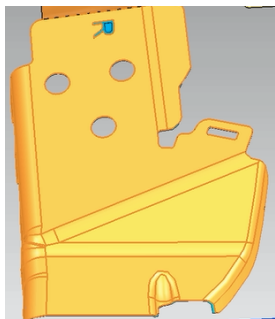


图 5-135 成形区域

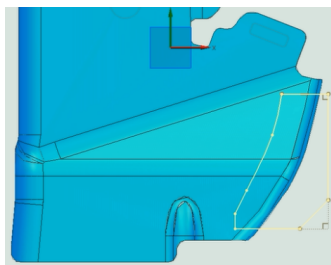


图 5-136 绘制轮廓线

(10) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将利用成形区域对拉伸体进行修剪, 获得如图 5-137 所示的成形凸模。

(11) 将成形凸模设为显示部件, 显示链接的面, 利用【修剪和延伸】(Trim and Extend) 命令将成形面延伸, 如图 5-138 所示。这时会发现刚创建的成形凸模形状需要进一步进行调整。

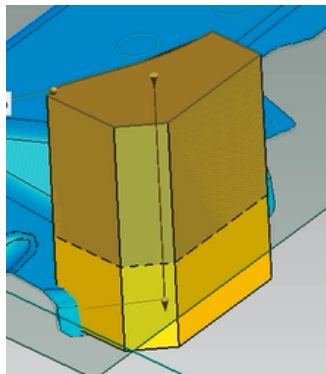


图 5-137 成形凸模

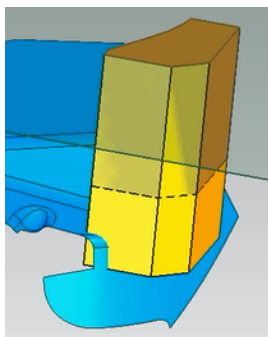
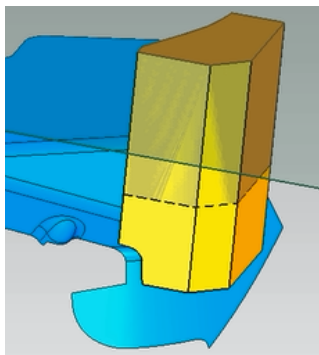
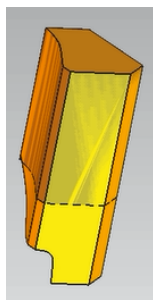


图 5-138 延伸成形面

(12) 利用【修剪体】(Trim Body) 对成形凸模进行修剪, 修剪后的成形凸模如图 5-139 所示。



(a)



(b)

图 5-139 成形凸模

10. 创建成形凹模

(1) 在【选择成形区域】(Select Forming Region) 组中, 勾选【使用种子面和边界面】

(Use Seed Face and Boundary Faces) 复选框, 以不显示检查符, 确认【选择成形面】(Select Forming Faces) 被激活。

(2) 在图形窗口中, 第 10 工步处如图 5-140 所示的成形区域。

(3) 在【创建成形毛坯】(Create Forming Blank) 组中, 选择【设计成形凹模】(Design Forming Die)。

(4) 父节点使用默认的 *prj_db_000*, 位置选择凹模固定板。

(5) 由于需要通过成形区域来修剪草图轮廓的拉伸体, 因此, 选择【直接通过成形区域修剪】(Trim by Forming Region Directly) 复选框以显示检查符。

(6) 单击【创建基准平面】(Create Datum Plane) 图标, 系统将在凹模固定板的高度位置上创建一个基准平面。

(7) 选择刚创建的基准平面, 自动进入草图环境, 绘制如图 5-141 所示的轮廓线。为了保证后续的修剪操作能够成功, 轮廓曲线必须在成形区域的范围内。

(8) 在完成轮廓线的绘制后, 选择【完成草图】(Finish Sketch), 自动返回【成形镶块设计】(Forming Insert Design) 对话框, 同时图形窗口中出现拉伸体的预览。

(9) 若需调整拉伸体的长度, 可直接拖动拉伸手柄。

(10) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将利用成形区域对拉伸体进行修剪, 获得如图 5-142 所示的成形凹模。

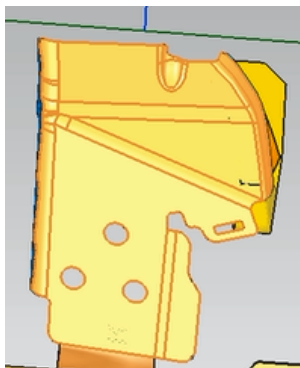


图 5-140 成形区域

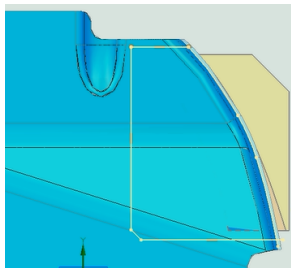


图 5-141 绘制轮廓线

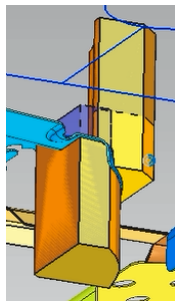


图 5-142 成形凹模

至此, 完成前面所做的案例 5-2 中的成形凸、凹模, 如图 5-143 所示。

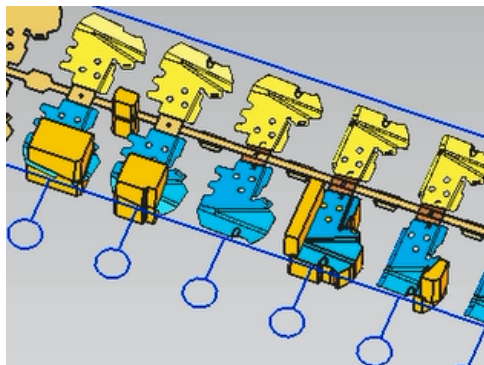


图 5-143 成形凸模和成形凹模

11. 保存

双击顶层节点 prj_control, 将其设为工作部件, 单击【保存】(Save) 按钮, 保存装配中的所有文件。

5.3.2.3 折弯镶块设计

案例 5-2 中有两处向上的 90 度折弯, 如图 5-144 所示。参照案例 5-1 中折弯镶块的设计方法和步骤进行折弯凸模和折弯凹模的设计, 此处不再赘述。

5.3.2.4 镶块辅助设计

1. 安装螺钉夹持器

(1) 在【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【冲头安装】(Punch Mount), 如图 5-145 所示。

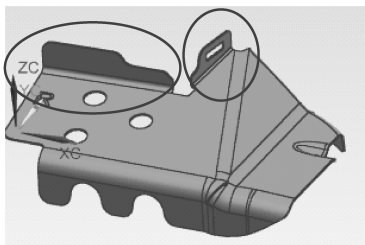


图 5-144 零件折弯分析

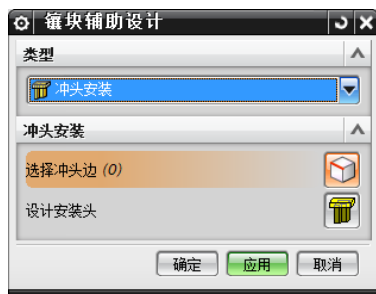



图 5-145 【冲头安装】(Punch Mount) 对话框

(2) 选择【选择冲头边】(Select Punch Edge), 在图形窗口中选择冲头的边缘, 如图 5-146 (a) 所示。

(3) 单击【设计安装冲头】(Design Mount Punch) 图标, 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

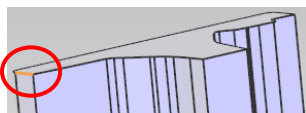
(4) 在【文件夹视图】(Folder View) 的 Punch_Mount 节点下选择 Screw Holder。

(5) 从【成员视图】(Member View) 中选择 Screwholder [Bottom], 如图 5-146 (b) 所示。

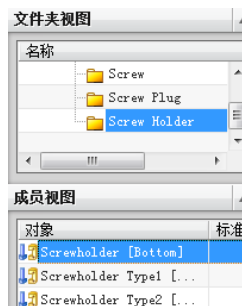
(6) 其余参数使用默认设置。

(7) 单击【确定】(OK) 按钮, 装载如图 5-146 (c) 所示的螺钉夹持器。

(8) 用同样的方法和参数, 在冲头的另一侧安装螺钉夹持器, 结果如图 5-146 (d) 所示。



(a)



(b)

图 5-146 安装螺钉夹持器

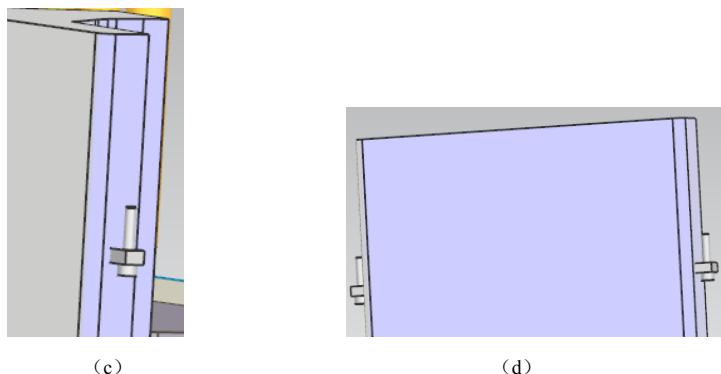



图 5-146 安装螺钉夹持器 (续)

2. 安装螺钉夹持器

(1) 在【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design)对话框中,将【类型】(Type)设置为【冲头安装】(Punch Mount),如图 5-147 所示。

(2) 选择【选择冲头边】(Select Punch Edge),在图形窗口中选择冲头的边缘,如图 5-148 (a) 所示。

(3) 单击【设计安装冲头】(Design Mount Punch)图标,弹出【标准件管理】(Standard Part Management)对话框。

(4) 在【文件夹视图】(Folder View)的 Punch_Mount 节点下选择 Screw Holder。

(5) 从【成员视图】(Member View)中选择 Screwholder Type1 [Top],如图 5-148 (b) 所示。

(6) 其余参数使用默认设置。

(7) 单击【确定】(OK)按钮,装载如图 5-148 (c) 所示的螺钉夹持器。

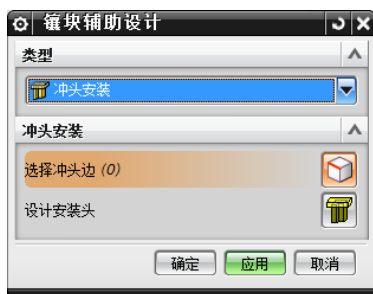


图 5-147 冲头安装对话框

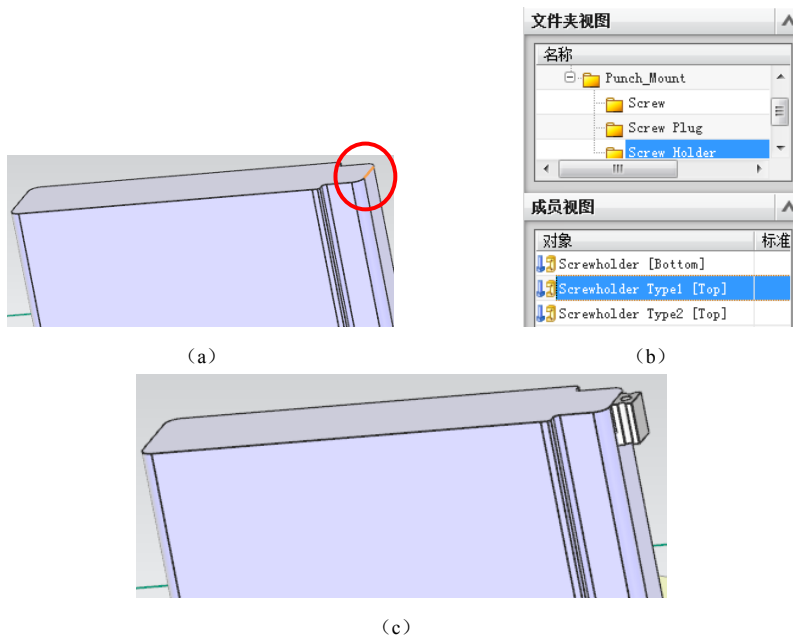



图 5-148 安装螺钉夹持器

3. 安装固定螺钉

(1) 选择【选择冲头边】(Select Punch Edge), 在图形窗口中选择冲头的边缘, 如图 5-149 (a) 所示。

(2) 单击【设计安装冲头】(Design Mount Punch) 图标, 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

(3) 在【文件夹视图】(Folder View) 的 *Punch_Mount* 节点下选择。

(4) 从【成员视图】(Member View) 中选择 *Screw [Top, TP]*, 如图 5-149 (b) 所示。

(5) 确认激活了【放置】(Placement) 选项组的【选择面或平面】(Select Face or Plane), 选择冲头的顶面作为螺钉的放置面。

(6) 在【详细信息】(Details) 列表中, 设置 SIZE 为 4, 即选择使用 M4 的螺钉进行固定。

(7) 单击【确定】(OK) 按钮, 弹出【点】(Point) 对话框。

(8) 在【点】(Point) 对话框的【输出坐标】(Output Coordinates) 组中, 将【参考】(Reference) 设置为 WCS, XC、YC 和 ZC 均设置为 0。

(9) 单击【确定】(OK) 按钮, 系统安装如图 5-149 (c) 所示的螺钉。

(10) 单击【取消】(Cancel) 按钮, 退出【点】(Point) 对话框, 返回【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框。

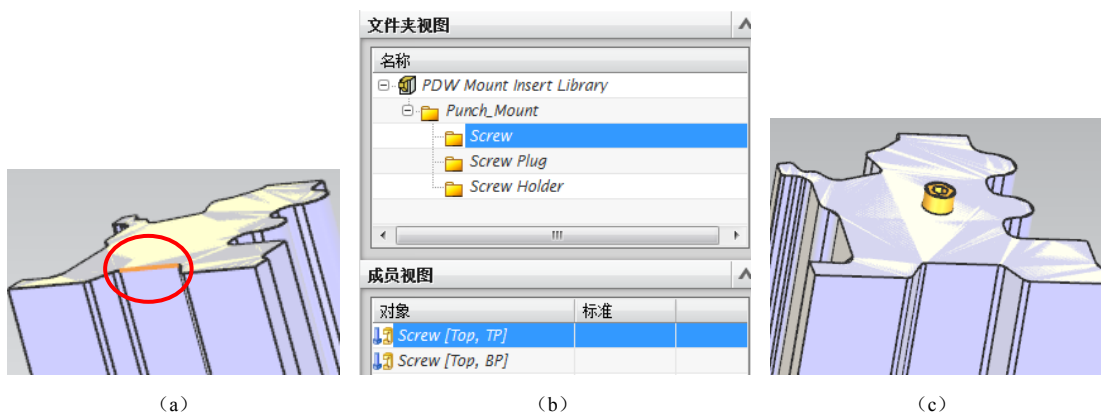


图 5-149 安装螺钉

4. 保存

双击顶层节点 *prj_control*, 将其设为工作部件, 单击【保存】(Save) 按钮, 保存装配中的所有文件。

本章习题

1. 级进模设计过程中, 凸、凹模的设计要遵循哪些原则?
2. 简述凸、凹模的主要结构形式及其固定方法。

第 6 章 多工位级进模的其他结构设计

在多工位级进模结构设计中，除凸、凹模零件盒模架的设计外，卸料装置、弹性元件、导料和托料装置、顶出装置、限位装置和固定板、垫板、螺钉、销钉等其他结构零件的设计也是关键。由于各类级进模的结构形式和复杂程度不同，此类结构件的结构形式和尺寸要求也有多种形式。

6.1 理论知识

6.1.1 卸料装置

卸料装置在一般冷冲压加工中主要起卸料的作用，而多工位级进模由于带料（或条料）在连续送进的冲压过程中必须浮离凹模平面一定的高度；同时，多工位级进模又是多工序、多工位的冲压加工，在冲压前，材料必须被完全压紧；因此，多工位级进模中绝大部分采用弹压卸料的结构形式，而较少采用固定卸料的方式。

冲压前，弹压卸料装置先压紧带料（或条料），以防止材料在冲压过程中产生位移和塑性变形。卸料装置同时具有对各凸模进行导向和保护的作用，卸料板内有时还安装了模具成形零件以起到对冲件局部成型的作用（在工艺零件的结构设计部分已有介绍），以及最后每一冲次完成后的卸料作用；因此，卸料装置在不同结构的模具中产生不同的使用效果。

在纯冲裁的多工位级进模中，卸料装置主要起压料、导向、保护和卸料的作用。在带有弯曲、翻边、成形等工序的多工位级进模中，卸料装置主要起压料、局部成形、导向、保护、卸料的作用。在带有拉深工序的多工位级进模中，卸料装置还起到压边圈的作用。因此，卸料装置在多工位级进模中，主要有压料（冲压前对材料的压紧）、局部成形（向上弯曲、成形、翻边等冲压加工的模具工作零件设置在卸料板内）、导向（对各凸模）、保护（细小凸模）、卸料 5 个作用。

6.1.1.1 固定卸料装置

1. 整体式

级进模用固定卸料装置一般以一整块矩形板作为卸料的主要零件，统称为固定卸料板，如图 6-1 所示；(a)、(b) 用于平板的冲裁卸料，(c)、(d) 一般用于成形后的工序件的冲裁卸料。固定卸料板与导料板的配置形式因情况而异，图 6-1 (a) 卸料板与导料板为一个整体；图 6-1 (b) 则是卸料板与导料板分开的情况。

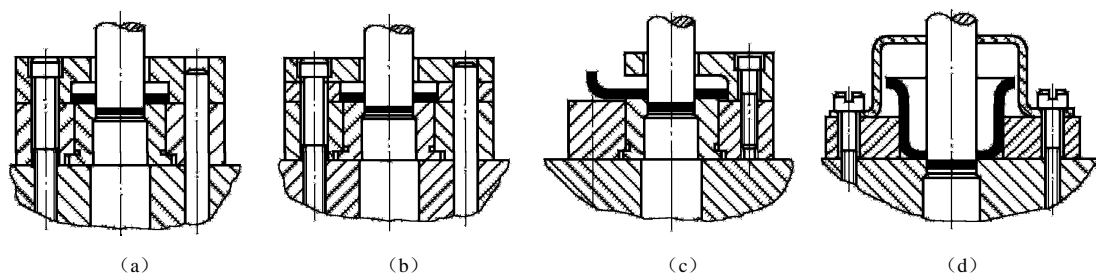


图 6-1 固定卸料装置的基本结构与固定卸料板的类型

由图 6-1 (a) 可知, 固定卸料板通常通过导料板用螺钉直接紧固在下模部分的凹模或下模座上。固定卸料板属刚性卸料, 卸料力大、稳定可靠, 在级进模中只有冲制板料较厚 (一般料厚 $t > 1\text{mm}$)、较硬 (刚性好) 和凸模强度较好的情况下, 常常是在纯冲裁工位数不多的级进模中使用。

固定卸料板的形孔与凸模之间保持一定的间隙, 它对凸模不起导向和保护的作用, 当遇到小凸模时, 要考虑加强措施。

固定卸料板的形孔与凸模之间的间隙大小与被冲料厚有关。当被冲料厚 $t < 3\text{mm}$ 时, 双向间隙值可取 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$ 。

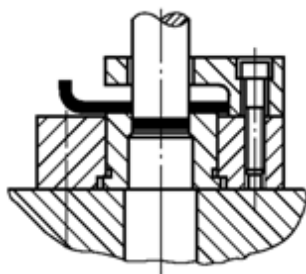


图 6-2 悬臂式固定卸料

2. 悬臂式

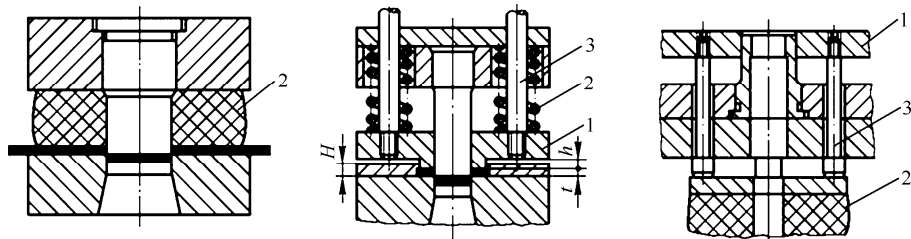
固定卸料板除整体式外, 还有悬臂式, 如图 6-2 所示。采用悬臂式固定卸料, 不仅适用于级进模中的冲裁加工, 更适用于局部压弯或成形, 一般为了使局部卸料可靠而采用。

对固定卸料板的要求是刚性要好, 不能因为卸料力过大而引起卸料板的变形。悬臂式卸料板一般结构比较紧凑, 为克服因受力而变形, 常采用 45 号钢, 并经热处理淬火, 硬度不低于 40HRC。而普通固定卸料板采用 Q235, 对硬度一般不做特殊要求。

6.1.1.2 弹压卸料装置

1. 卸料装置的基本结构形式

简单的弹压卸料装置是由卸料板通过卸料螺钉和弹性元件 (弹簧、橡胶垫、氮气缸) 等安装在模具上组成的, 如图 6-3 所示, 模具为闭合状态, 弹簧被压缩, 当上模开启时, 包在凸模上的料在弹簧回弹力的作用下推动卸料板被卸下, 因此自由状态下的弹压卸料板总是高出凸模底面一定高度。这样冲压开始时先压住料, 然后再冲压; 冲压结束后, 料被顺利地卸下。



1—卸料板; 2—弹性元件; 3—卸料螺钉

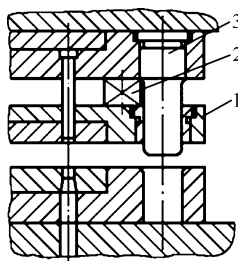
图 6-3 弹压卸料装置的基本结构

2. 卸料装置的导向形式

在多工位级进模中，特别是冲裁小凸模较多时，为了保护小凸模，并保证卸料板与凸模固定板、凹模之间形孔与凸模相对位置的一致性，也为了提高模具的精度，在卸料板与凸模固定板、凹模之间附加辅助导向装置，即采用小导柱、小导套导向，组成一个功能完善的弹压卸料装置，如图6-4所示。

3. 弹压卸料板的结构形式

多工位级进模中的弹压卸料板是弹性卸料装置中的主要零件。根据模具的不同特点与要求，弹压卸料板主要采用的形式有整体式、镶拼式、整体式局部镶拼、整体分段、分段镶拼组合结构混合式等。



1—卸料板；2—弹性元件；3—小导柱

图 6-4 卸料板导向结构

4. 弹压卸料装置的安装形式

弹压卸料装置包括卸料板、卸料螺钉和卸料弹簧。卸料弹簧是弹压卸料用弹性元件的习惯称呼，多工位高速冲压级进模常用的弹性元件为强力弹簧、碟形弹簧和聚氨酯橡胶等，它们都可以作为卸料弹簧使用。弹压卸料装置的安装是指通过卸料螺钉的合理分布及采用合适的弹性元件将卸料板吊装在上模上，并保持与凸模固定板之间有一定空间，实现弹压卸料板稳定的压料、护理（指保护和引导小凸模不变形）、卸料的综合作用。因此，卸料螺钉必须对称分布，合理安排位置，同时要求控制其工作长度在同一副模具内严格一致，故卸料螺钉对卸料板来说又起到限位的作用。

在多工位级进模中，常用的卸料螺钉安装类型有：外螺纹固定式、内螺纹固定式和套装式三种。

6.1.2 弹性元件简介

圆钢丝圆柱螺旋压缩弹簧（普通弹簧）、扁钢丝圆柱螺旋压缩弹簧（强力弹簧）、橡胶和聚氨酯橡胶是级进模中广泛应用的弹性元件，气体弹簧（氮气缸）是近几年被人们越来越重视的一种新型弹性元件，它们在模具中被用于卸料、压料、推件和压边等。

6.1.2.1 圆钢丝圆柱螺旋压缩弹簧

圆钢丝圆柱螺旋压缩弹簧简称普通弹簧、弹簧，由于弹性好、制造简便、价格便宜，在各行各业中广泛使用；在冲模中也是应用最为广泛的一种弹性元件，数量约占90%。

弹簧常用钢丝即65Mn或60Si2Mn钢丝绕制而成，热处理淬硬为40~48HRC。为保证轴中心线垂直于支撑面，弹簧的两端需并紧磨平后才可使用。

弹簧选用时一般不进行强度计算，按标准规格直接选用即可。根据所需压力，考虑一定的预压量（力）来选用弹簧，可在市场供应的现货中选用。但所选用的弹簧必须符合如下要求：

- (1) 压力要足够；
- (2) 压缩量要足够；
- (3) 要符合模具的结构空间要求；
- (4) 要做到力的平衡。

6.1.2.2 强力弹簧

普通的圆柱形螺旋压缩弹簧是用圆钢丝绕制而成的, 而用异形截面(扁圆形、矩形等)钢丝绕制成的则是扁钢丝和矩形钢丝弹簧。与圆钢丝弹簧相比, 异形截面弹簧具有体积小、变形量大、承载力强等优点, 习惯上称之为强力弹簧。在同样负荷下, 强力弹簧的体积比普通弹簧要小, 从而可以减小模具的体积和重量。

强力弹簧根据用户的不同要求, 可制造成不同的品种。一般按承载能力不同, 将强力弹簧细分为超轻载、较轻载、轻载、中载、重载和超重载等; 按强力弹簧周期性压缩寿命次数分为小于 10 万次、30 万次、50 万次、100 万次等。

强力弹簧在国外的模具上应用较普遍, 国内的应用是从替代进口模具中的强力弹簧开始的。随着国内强力弹簧市场供应规格、品种日益丰富和满足用户需求程度越来越高, 使用强力弹簧也越来越普遍, 多用于高精度、高效率、长寿命的精密多工位级进模和重要的高速冲压模具中。

我国市场上供应的强力弹簧规格和品种相当丰富: 一种是按自己的企业标准生产向市场供应; 另一种是按日本、美国或其他国家标准生产或代理他们的弹簧向市场供应。日本标准的弹簧规格用弹簧的基本尺寸作为标注的内容之一, 而我国弹簧则采用与 ISO 国际标准一致的最小安装孔直径作为标注。选用时, 应按各自弹簧标注参数、允许变形量等进行选择。

6.1.2.3 碟形弹簧

碟形弹簧具有变形量小、弹压力大、结构比较紧凑的特点。当要求卸料力、推件力大时, 可以采用碟形弹簧; 其弹压力比圆钢丝和矩形钢丝圆柱形压缩弹簧都大, 而达到同一弹压力所需的压缩量却小得多。碟形弹簧的使用寿命比较长, 在同一弹压力情况下, 比普通弹簧使用寿命高出近 10 倍。

当需要压缩量大时, 不宜采用碟形弹簧。

碟形弹簧的选用和计算, 根据压力机所需要的压缩量的大小进行。

6.1.2.4 工业用普通橡胶(橡皮)垫

橡胶又称橡皮, 由于允许承受较大的负荷, 安装调整比较方便, 取材又容易, 在模具上常作为缓冲器、弹性卸料、压边或顶件器中的弹性体, 应用非常广泛。

模具中常用的橡皮有工业用普通橡胶板、真空橡皮和聚氨酯橡胶。使用时根据需要加工成一定形状和尺寸, 统称为橡胶垫。

6.1.2.5 聚氨酯橡胶弹簧

聚氨酯橡胶是聚酯型聚氨基甲酸酯和氨基甲乙酯橡胶的简称。它是一种优良的弹性元件, 其特点是重量轻、弹性大、硬度高、耐磨、耐冲击、强度高、易于成形。常将其制造成带孔或不带孔的圆柱状或块状, 在冷冲模中作为缓冲垫, 用于卸料、压料和顶件等, 简称为聚氨酯橡胶垫(弹簧)。

聚氨酯的使用寿命比橡皮高得多, 一般可达 20 万次以上。在相同尺寸的情况下, 相同硬度的聚氨酯橡胶与橡皮相比, 聚氨酯橡胶所允许的承载能力要比橡皮大 6~8 倍; 因此, 当需要承载的压力相同时, 利用聚氨酯橡胶作为弹性元件, 可以减小弹性垫的体积和模具的体积。

聚氨酯橡胶的压缩变形量较小, 一般为 10%~35%, 主要用在纯冲裁级进模和卸料板活

动量较小的多工位级进模中。选用时,根据模具结构尺寸和工作负荷的大小,参照聚氨酯橡胶块的压缩量与力的关系,选择适当的聚氨酯橡胶弹性垫的形状和尺寸。目前,各个国家均有标准可供选用,我国标准有 JB/T 7050.9—1995 和 GB/T 2867.9—1981。

6.1.2.6 氮气弹簧

氮气弹簧是一种结构比较复杂的弹性元件,是将高压氮气密封在缸体内,外力通过柱塞将氮气压缩,当外力去除时,靠高压氮气膨胀来获得一定的弹压力。这种弹性元件称为氮气弹簧,又称为氮气缸、氮缸、氮气缸弹压装置,统称氮气弹簧。

氮气弹簧是继圆柱形螺旋弹簧、碟形弹簧、片形弹簧等强力弹簧之后开发的一种新型弹簧,国外在 20 世纪 70 年代后逐渐普遍应用。我国从改革开放之后,随着引进国外模具开始认识氮气弹簧,并在以后自行设计制造的模具中尝试应用氮气弹簧,体会到采用该技术在简化模具设计、制造,提高和稳定冲压件质量等方面,与传统弹性件相比,具有独特的特点和良好的效果。

1. 设计原理

氮气弹簧的设计是用安全、不可燃、干净、经济的氮气作为工作介质,其工作过程可近似认为是等温膨胀和压缩过程。

2. 特点

(1) 较小的空间产生较大的初始弹压力,无须预压,压力垫板与氮气弹簧接触时,可以达到额定弹压力。

(2) 一个氮气弹簧可以代替多个普通弹簧。

(3) 弹压力在整个模具行程中基本保持恒定。

(4) 根据不同冲压工序的要求,弹压力的大小、受力点的位置可随时进行调节。

(5) 简化模具设计,缩短模具制造周期。

(6) 使用寿命长、安全、可靠,安装和维修简单、可靠、方便。

综上所述,氮气弹簧或氮气弹簧系统可以在整个工作行程中提供全程压力,并且在整个工作行程中压力几乎保持不变,也可根据工艺需要方便的调节压力,使用安全,所以这种弹性装置用于冲压模具上,比目前已有的弹性元件或气垫具有更好的性能。

6.1.3 导料、托料装置

在多工位级进模中,不仅有多道冲裁工序的平面加工,还有弯曲、成形、翻边和拉伸等多道工序的立体加工;其特点是工位数多,带料的工作区间长。因此,除要求带料的送料步距必须正确外,还要求带料必须沿着正确的方向顺利地直线运行。对于成形零件,成形后的坯件必须及时完全离开凹模洞口,借助托料(顶料)装置托起带料高出凹模平面一定高度,这样才能保证各工位连续、正确、稳定地工作。在设计级进模时要根据排样的特点、送料的要求,考虑使用导料、托料装置。

常用的导料、托料装置一般包括左右导料板、承料板、带料的侧压装置、导料杆、脱料杆、除尘装置和安全检测机构等。

一般情况下,卸料装置、顶出装置与导料装置有着密切的联系,必须结合在一起考虑,对带有浮顶装置的情况尤为重要。以下介绍导料形式与导料板。

1. 带料的导料形式

带料的导料形式有多种, 常见的如图 6-5 所示。图 (a)、图 (b) 为导轨式导料装置, 由弹压卸料板 2 与刚性导料板 1 结合在一起使用, 其中图 (a) 所示结构形式多用于只有冲裁工序的级进模, 图 (b) 所示结构形式常用于成形、压弯级进模。图 6-5 (c) 为固定式导料杆导料, 结构最简单, 用于不便使用导轨式导料板、带料的料宽边缘完整平直无缺口和为了提高卸料板刚性时使用。图 6-5 (d) 为浮动式导料装置, 带导向槽的浮动式导料杆 4 兼有托料功能, 下面装有压缩弹簧 6; 当冲压结束后, 上模上升时, 在弹压力的作用下, 浮动导料杆被顶起, 带动带料的边, 由于多个浮动导料杆的作用, 使整个带料离开凹模平面至最高的送料工作位置, 使带料在送进的过程中不会因为弯曲或拉深等成形工序而受到凹模的阻碍, 保证送料顺利, 到位精度高。此结构广泛用于各种多工位级进模中, 但对于料宽的尺寸和形状精度要求高。

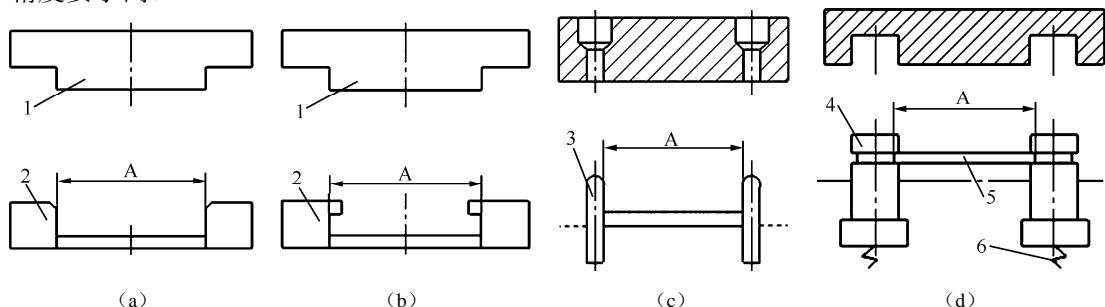


图 6-5 带料送进的导料形式

以上几种导料形式, 可以在一副模具中单独使用, 也可以混合使用, 即在不同工位上使用不同的导料形式, 在多工位级进模中这也是常用的一种导料方法。

2. 导料板

导料板主要用于引导带料沿着一定方向送进, 在级进模中最通用的一种导料装置。一般装在凹模上平面的两侧, 其导向面与凹模中心线相平行。基本形式为平行的两块长条板, 长度一般等于或大于凹模, 多出的部分底下有托料板, 支承带料引入到模具里。

导料板按断面分为平直式与带台式两种, 都属于导轨式导料装置。其中平直式多用于手工低速送料, 且为平面冲裁的级进模; 带台式多用于高速、自动送料, 且为多带成形、弯曲的立体冲压级进模。

常规的多工位级进模, 导料板的厚度视制件料厚及挡料装置而定, 一般为材料厚度的 2.5~4 倍, 最小取厚度 $H=4\sim 10\text{mm}$ 。

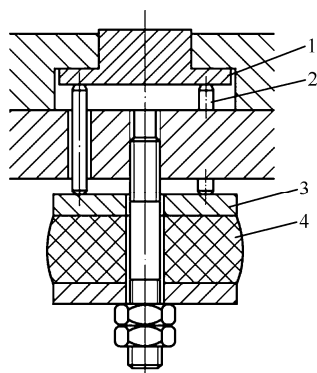
高速冲压多工位级进模, 导料板常用优质钢并经淬硬处理; 普通手工送料, 用侧刃定距的级进模, 导料板常用 Q235 等普通钢制造。为了使导料板挡料部分耐磨, 维持应有使用寿命, 在该处可单独嵌入由优质钢制造并经淬硬处理的挡块。

6.1.4 顶出装置

顶出装置的功能是主要对料或件起顶出作用, 其部分结构与上节中介绍的浮动导料杆、小顶杆等非常相似。因为浮动导料杆既有导料功能, 又具有顶出作用, 所以往往分不清它们之间有什么区别。

多工位级进模中,弯曲、拉深、成形工位工作结束后,必须依靠顶出装置将各工位中条料的弯曲成形部分,从模具的工作型孔中顶出,才能保持被冲坯料能够沿一定方向连续送进。

顶出装置均采用弹顶结构。弹压力主要靠压缩弹簧或橡胶获得。弹顶结构常规应用由顶件器(顶板、顶块)、顶杆、推板、螺杆、调节螺母和弹簧等组成,如图6-6所示为橡皮顶出装置。这种结构所占空间大,顶出力也大,弹顶的部分安装在模座外面,使用时要考虑压力机工作台孔的大小和位置。为了保持顶出装置动作灵活、平稳、可靠,顶杆的长度必须一样,顶件器高出凹模平面的尺寸要适当。推板和顶杆应有一定的硬度,以免因长时间使用引起变形。



1—顶件块；2—顶杆；3—推板；4—橡胶

图 6-6 常用弹顶装置结构

如图6-7所示为级进模中部分装于模具内的顶出装置。图6-7(a)结构紧凑又简单,在顶件力不大的场合应用较多;图6-7(b)为双弹簧顶出结构,顶件力较大。

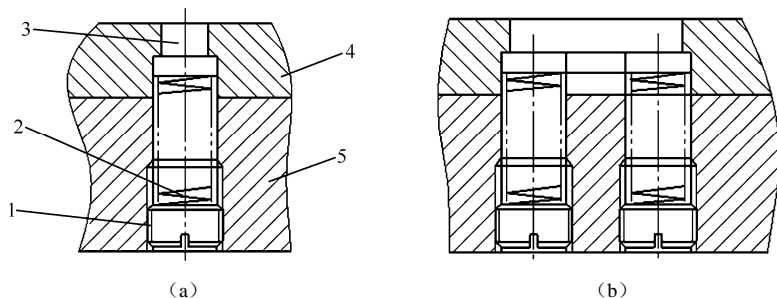


图 6-7 在模具内设置的顶出结构

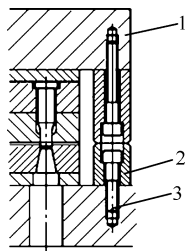
6.1.5 限位装置

用于控制上下模合模后相对精确位置的结构,称为限位装置。

限位装置在模具中,一般情况下,模具闭合高度精确度要求不高时,可以不设置,因为压力机的装模高度可以通过调节满足要求。但由于压力机闭合高度存在一定误差,可能会造成凸模进入凹模太深(即对凸模进入凹模深度有严格要求时),或者压料装置压料过度。为了控制上下模工作状态下的闭合高度,防止合模过头,可能引起模具的损坏,或使精密立体成形超差,在多工位级进模中常要采用限位装置;也有时是为了限定某活动件的行程而使用限位装置;还有一些较大模具在保管存放时,防止上下模刃口接触,也采用限位装置。

故限位装置在模具中既起到限位,又起到安全保护的双重作用。

常用的限位装置有两种:一种是普通限位装置,主要由限位柱和紧固螺钉组成,如图6-8所示。它结构简单,应用广泛,但模具的工作零件刃磨变短后,限位柱要相应随之修磨。另一种为带限位套的限位装置,它由限位柱、紧固螺钉和限位套组成,如图6-9所示,常用于较大型的精密模具。



1—上限位柱；2—下限位柱；3—螺钉

图 6-8 普通限位装置



1—限位套；2—限位柱

图 6-9 带限位套的限位装置

6.1.6 固定板、垫板、螺钉、销钉

6.1.6.1 固定板

冲模的固定板，根据用途不同，主要分为用于固定凸模的凸模固定板（简称固定板）和用于固定凹模的凹模固定板。凸模固定板几乎所有冲模都有（对于特别大的凸模可直接固定在上模座上而不用固定板），而凹模固定板不一定每副模具都需要。

多工位级进模的凸模固定板在一般结构中都是必要的，它不仅安装许多凸模，还要安装一些其他零件，如侧刃、导正销、小导柱、小导套、斜楔和安全保护检测装置等。这和普通的简单模具固定板单一用于安装一两个凸模在功能上是有区别的。因此，对于多工位级进模的固定板，在刚性和强度方面要求更高。

多工位级进模一般都是在高速下自动冲压生产，要求模具寿命长、耐用；因此，对固定板的厚度要求比普通冲模厚一些。为了提高刚性、增加耐磨性，凸模虽然经常更换但要求不影响配合精度，固定板常常采用 45 钢、40Cr 或 CrWMn 等微变形合金工具钢材料制造，个别的高精密小型多工位级进模、凸模固定板、卸料板、凹模采用同一种合金工具钢。淬火硬度最低取 43~48HRC，高时取 55~60HRC。低速冲压时，固定板可不用淬火处理，选用普通钢制造。一般固定板的厚度为凹模厚度的 60%~80%，也可取凸模长度尺寸的 2/5。

凸模固定板固定凸模的各孔中心位置要严格的和凹模孔中心的平面位置完全一致。固定板的外形一般与凹模相同，常取整体式，结构紧凑，中小型模具常用。当外形尺寸太大不便于加工时，可采用分段组合。组合后的总体外形一般与凹模、卸料板外形一致。

固定板上的各凸模固定孔一般由线切割直接加工而成，也可采用镶拼结构，由线切割和成形磨削混合加工保证加工精度和装配要求。加工过程中各凸模固定孔的配合面必须保持与固定板两平面垂直。

6.1.6.2 垫板

垫板主要用来承受凸模（包括凹模镶件）传来的压力，防止模座接触面受过大的冲击力而出现凹坑，影响模具正常工作。因此，要求凸模与铸铁模座接触处的单位压力不大于 100N/mm^2 ，凸模与钢模座接触处的单位压力不大于 200N/mm^2 。超过上述数值时，应采用垫板。

为了可靠和安全，多工位级进模一般都用垫板，而且垫板的厚度比普通模具取的稍厚些（普通模具的垫板厚度一般为 3~12mm）；淬火硬度，高时取 52~56HRC，一般取 45HRC。

垫板的外形尺寸常按凸模固定板形状决定。加工时要求上下平面绝对平行，磨加工时为防止变形，需两面反复多次精磨以达到要求。对于分段垫板，厚度尺寸要保持一致。

6.1.6.3 螺钉和销钉

1. 螺钉

螺钉主要承受拉应力，用来连接固定零件。级进模中广泛应用内六角螺钉和各种带槽的柱头螺钉。中小型模具常用的直径为 M6~M12。数量根据需要而定，用于固定凹模或凸模固定板，数量一般在 4 个以上；由于凹模或固定板外形都是矩形，所以螺钉孔应对称分布在板件中心的两侧。螺钉的深度原则上比螺钉旋进的最小深度大一点即可。但有时为了便于加工，将板件的螺孔加工成通孔，或在板件的厚度方向部分是螺孔，部分是螺纹底孔的钻孔。只要模具的结构和外形允许，可以这样做。

2. 销钉

销钉有圆柱销钉和圆锥销钉之分，在模具中主要起定位作用，同时也承受一定的侧向力。销钉常常作为定位模具零件并与紧固螺钉配合使用。

由于圆柱销钉的使用更广、更多，习惯上把圆柱销钉简称为销钉。模具中比较常用的直径有 4mm、6mm、8mm、10mm、12mm 几种。销钉的头部应倒角或倒圆，这样拆装过程中经捶打其头部有些变化也不影响继续使用。

销钉应淬硬处理，表面磨光，保证尺寸精度，以保持足够的硬度和使用寿命。

常用销钉的定位方法如图 6-10 所示。

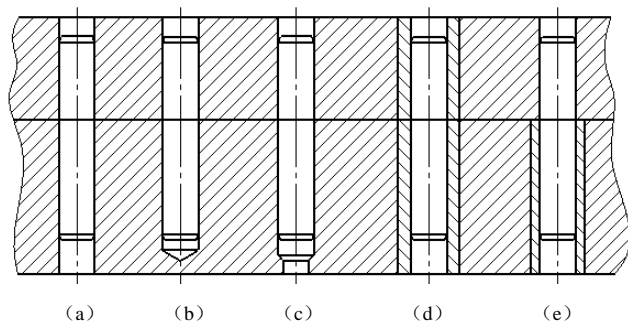


图 6-10 销钉定位法

6.2 NX PDW 的标准件设计

PDW 提供了主要供应商的标准件库，包括 DAYTON、FIBRO、FUTABA、HYSON、MISUMI 等，涵盖了连续模具设计中需要使用的各种标准零件，如导正销、浮升销、导柱、导套、螺钉等。与模架库一样，这也是一个开放的系统，用户可以根据实际需要定制符合公司设计标准的各种零件，扩充现有的标准零件库，以便可以重复使用已有的知识，提高设计的效率。

6.2.1 标准件概述

PDW 提供的【标准件管理】(Standard Part)工具可以在模具项目中添加标准件、对零件进行重定位、编辑标准件的数据库参数、移除标准件及进行标准件的注册。

通过 PDW 添加的标准零件一般都有 TRUE 和 FALSE 两个引用集。在名为 TRUE 的引用集中,包含的几何实体为实际的标准零件;而在名为 FALSE 的引用集中,所包含的几何实体将用于挖槽,作为布尔减运算的工具体。每个标准零件,所在的位置都应有相应的安装槽,在后续的章节中会讨论如何为标准件创建安装槽。

6.2.2 标准件调用

6.2.2.1 预设置


在使用 PDW 的标准件库前,先确认是否安装了 PDW 的工程数据库,并做如下设置:

(1) 在【文件】(File)→【实用工具】(Utilities)→【用户默认设置】(Customer Defaults)→【装配】(Assemblies)→【常规】(General)中,选择【部件间建模】(Interpart Modeling)选项卡,将【允许关联的部件间建模】(Allow Associative Interpart Modeling)选项卡设置为【是】(Yes)。

(2) 在【部件间建模】(Interpart Modeling)选项卡中,确认关闭【延迟几何体、表达式和 PMI】(Delay Geometry, Expressions, and PMI)选项的检查符。一般情况下,希望安装的标准件能根据其他零件的变化而实时更新,不至于引起误解,所以不建议开启【延迟几何体、表达式和 PMI】(Delay Geometry, Expressions, and PMI)选项。

6.2.2.2 使用方法

1. 添加标准件

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard)选项卡中,单击【标准件】(Standard Parts)图标,弹出【标准件管理】(Standard Parts Management)对话框和【信息】(Information)对话框,如图 6-11 所示。

(2) 在【文件夹视图】(Folder View)组中,选择一个标准件供应商;展开其下的节点,选择一种类型的标准件。

(3) 在【成员视图】(Member View)组中,选择一款合适的标准件,注意此时的【信息】(Information)对话框更新为所选零件。

(4) 如果需要可以根据下述情况进行进一步设置。

- 若需要为连续添加的标准件赋予不同的名字,则在【部件】(Part)组中选择【新建组件】(New Component)选项,即可安装多个规格参数一致但文件名不同的标准件。
- 若需对新添加的组件进行重命名,则在【部件】(Part)组中勾选【重命名组件】(Rename Component)复选框,以显示检查符;在安装标准件时,将弹出【部件名管理】(Part Name Management)对话框,即可为标准件指定特定的名称。
- 若需要为新添加的组件指定父节点,则可从【放置】(Placement)组的【父】(Parent)下拉列表中,选择合适的父节点。

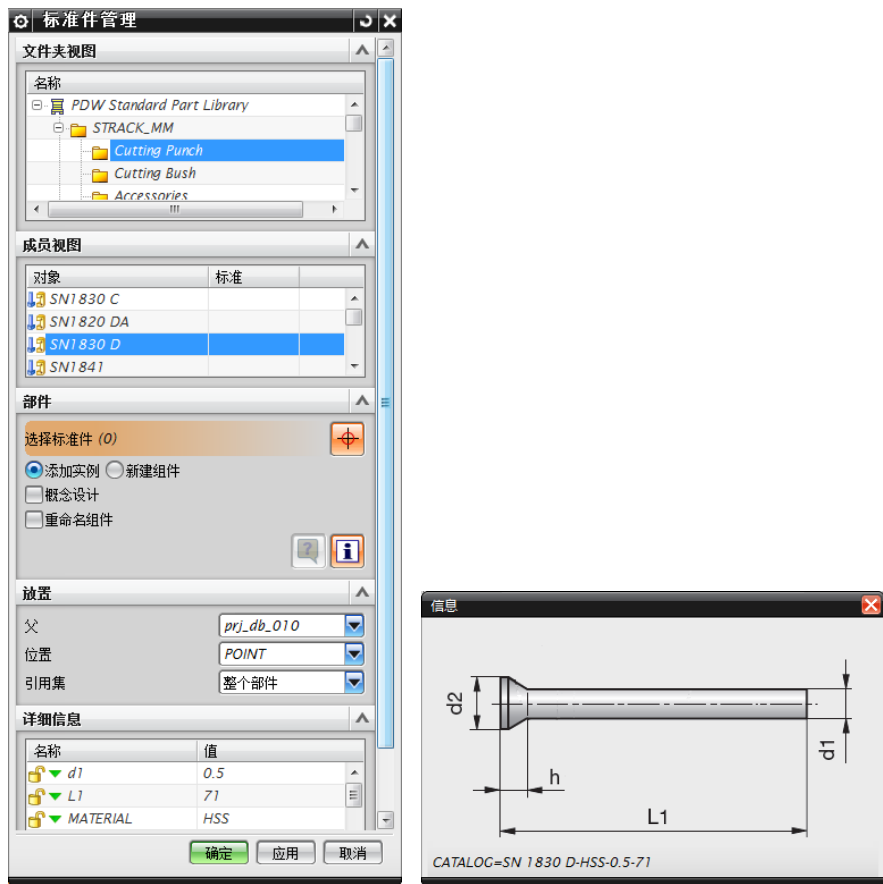


图 6-11 【标准件管理】(Standard Parts Management) 对话框

- 若需为标准件指定特定的放置方法，则可从【放置】(Placement) 组的【位置】(Position) 下拉列表中，选择合适的位置定义方法。
- 标准件有 TRUE 和 FALSE 两个引用集，若需指定标准件被调用后显示哪一个引用集，则可从【放置】(Placement) 组的【引用集】(Reference Set) 下拉列表中选择。系统提供了 3 种选择，分别是 TRUE、FALSE 和整个部件。

(5) 在【详细信息】(Details) 组中，根据需要修改相应的参数。

(6) 单击【确定】(OK) 或者【应用】(Apply) 按钮，若【位置】(Position) 设置为 NULL，标准件会自动放置到模具中；若是其他位置方式，需根据具体情况来处理。

- 当【位置】(Position) 设置为 POINT 时，弹出【点】(Point) 对话框，需指定合适的安放点。
- 当【位置】(Position) 设置为 POINT 时，需在【放置】(Placement) 组中激活【选择面或平面】(Select Face or Plane)，接着在图形窗口中选择合适的放置面，利用【点】(Point) 对话框指定安放点。

2. 编辑标准件

(1) 打开【标准件管理】(Standard Parts Management) 对话框。

(2) 在图形窗口中选择需要编辑的标准件，此时对话框将显示该零件的参数以供编辑。如果待编辑的零件是装配结构，如以弹簧为例，系统还将弹出如图 6-12 所示的【选择要编

辑的组件】(Select Component to Edit) 对话框。




图 6-12 【选择要编辑的组件】(Select Component to Edit) 对话框

- 若选择【编辑这个】(Edit This One)，则对话框将跳转到该零件的编辑模式，如图 6-13 (a) 所示，其中 *prj_msw_262* 表示当前编辑的组件是弹簧。
- 若选择【向上一级】(Up One Level)，则编辑整个装配，如图 6-13 (b) 所示，其中 *prj_spring_set_261* 表示当前编辑的组件是顶杆装配。



图 6-13 编辑模式

(3) 在选中标准件后，接下来可以进行编辑操作，包括移动、翻转、修改参数和移除，视其具体的需要采取合适的编辑操作。

- 若需移动组件，可在【部件】(Part) 组中单击【重定位】(Reposition) 图形 ，弹出如图 6-14 (a) 所示的【移动组件】(Move Component) 对话框，同时在图形窗口中显示动态操纵手柄，如图 6-14 (b) 所示。此时可根据设计需要移动组件到合适的位置。

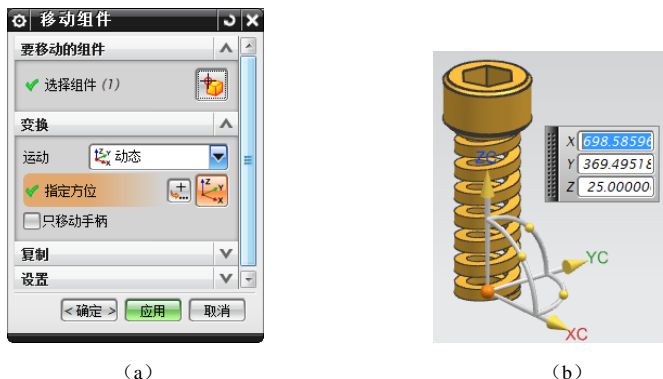




图 6-14 编辑模式

- 若需将组件上下翻转 180 度，则可在【部件】(Part) 组中单击【翻转反向】(Flip Direction) 图标 ，组件将立即上下翻转。
- 若需更改组件的参数，则可在【详细信息】(Details) 中，修改相关的数值。
- 若需移除该组件，则可在【部件】(Part) 组中单击【移除组件】(Remove Component)

图标, 即可移除该组件及相关特征。若已利用该组件进行了挖腔操作, 则与该组件相关联的安装槽也会被自动移除。

6.3 案例分析


6.3.1 案例 6-1：标准件调用

本练习将介绍如何从标准件库中调用标准件, 并放置到模具的合适位置。

将练习目录“\...\chapter_6\”中的 case_1 文件夹复制到电脑中。打开 case_1\prj_control_013.prt。

1. 安装导正销

(1) 为了便于操作, 图形窗口中只显示仿真料带。在【装配导航器】(Assembly Navigator) 中, 选择 prj_diebase_016 节点的检查框使其呈灰色显示, 即可隐藏整个模架。

(2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【标准件】(Standard Parts) 图标, 弹出【标准件管理】(Standard Parts Management) 对话框和【信息】(Information) 对话框。

(3) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 UNIVERSAL_MM, 选择 Pilot, 如图 6-15 所示。

(4) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 Straight Pilot Punch, 如图 6-16 所示。

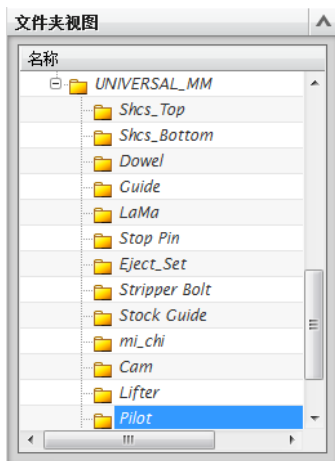


图 6-15 导正销目录

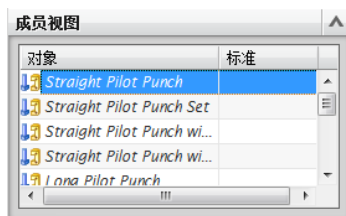


图 6-16 选择标准件

(5) 从【放置】(Placement) 组的【父】(Parent) 下拉列表中, 选择 prj_die_017, 为将要加载的导正销指定父节点, 如图 6-17 所示。

(6) 在【详细信息】(Details) 组中, 采取默认参数, 如图 6-18 所示。

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 弹出【点】(Point) 对话框, 按照以下步骤捕捉点放置导正销。

① 在【选择条】(Selection Bar) 中, 将【选择范围】(Selection Scope) 设置为【整个装配】(Entire Assembly)。

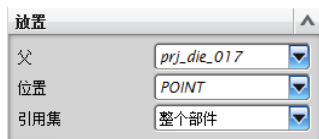


图 6-17 指定父节点



图 6-18 修改导正销参数

② 在【点】(Point)对话框中,将【类型】(Type)设置为【圆弧中心/椭圆中心/球心】(Arc/Ellipse/Sphere Center)。

③ 在图形窗口中捕捉第2工位的导正孔的圆弧,如图6-19所示,每次选一个。

(8) 指定放置点后,系统立即在该点放置导正销。同时在 *prj_die_017* 节点下增加相应的导正销节点。

(9) 在【点】(Point)对话框中单击【后退】(Back)按钮,返回【标准件管理】(Standard Part Management)对话框。生成的两个导正销如图6-20所示。

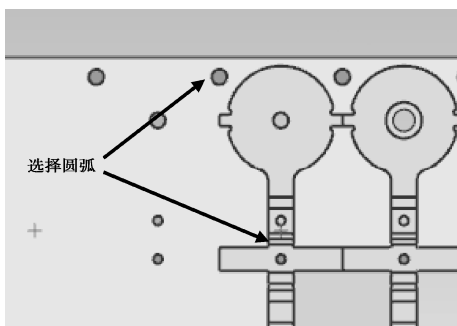


图 6-19 捕捉放置点

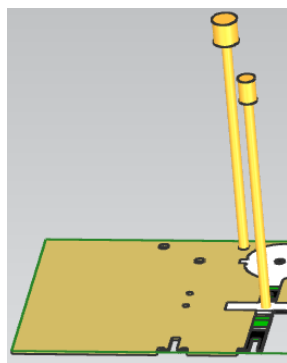


图 6-20 导正销

2. 安装浮料销

(1) 在【文件夹视图】(Folder View)组中,展开 *UNIVERSAL_MM*, 选择 *Lifter*, 如图6-21所示。

(2) 在【成员视图】(Member View)组中,选择 *Pilot Lifter Set*, 如图6-22所示。

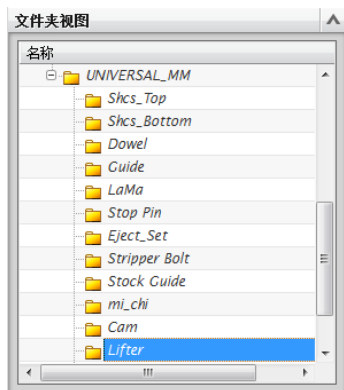


图 6-21 导正销目录



图 6-22 选择标准件

(3) 从【放置】(Placement) 组的【父】(Parent) 下拉列表中, 选择 *prj_die_017*, 为将要加载的导正销指定父节点。

(4) 在【详细信息】(Details) 组中, 采取默认参数, 如图 6-23 所示。

(5) 单击【应用】(Apply) 按钮, 弹出【点】(Point) 对话框, 选择圆弧, 以其圆心作为放置点。

(6) 系统在圆心位置放置浮料销, 如图 6-24 所示。系统将在 *prj_die_017* 节点下增加相应的一个浮料销节点。



图 6-23 设置浮料销参数

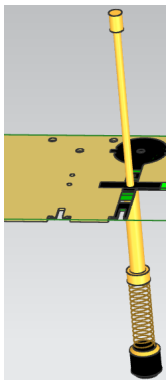



图 6-24 浮料销

(7) 在【点】(Point) 对话框中单击【后退】(Back) 按钮, 返回【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

(8) 单击【取消】(Cancel) 按钮, 退出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

3. 复制标准件

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 图标 , 弹出【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框。

(2) 将【类型】(Type) 设置为【刀具】(Tools)。

(3) 确认【刀具】(Tools) 组设置为【复制】(Copy), 如图 6-25 所示。

(4) 确认【选择镶块】(Select Insert) 处于激活状态, 在图形窗口中选择上一步骤添加的导正销和浮料销。

(5) 选择【指定控制点】(Select Control Point), 确认在【选择条】(Selection Bar) 中开启了【圆弧中心】(Arc Center) 的捕捉, 选择导正销所在导正孔的圆弧, 即前一步骤中所选的圆弧, 以其圆心作为控制点。

(6) 系统自动跳转到【指定目标点】(Select Destination Point), 在图形窗口中行选择需要放置这两个标准零件的圆弧, 每选择一个圆弧, 系统将在该位置复制一份, 如图 6-26 所示。

(7) 完成复制后, 单击【确定】(OK) 按钮, 关闭对话框。

4. 安装螺钉

(1) 为方便观察, 在图形窗口中只显示下模部分的板, 步骤如下。


① 【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【视图管理器】(View manager) 图标 , 弹出如图 6-27 所示的【视图管理器浏览器】(View Manager Browser) 对话框。



图 6-25 【镶块辅助设计】对话框

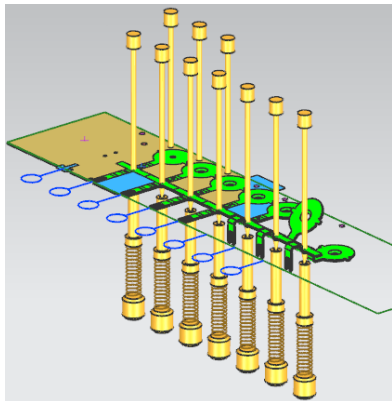



图 6-26 复制的标准件

② 选择 Lower Plates 节点的检查框使其高亮显示,即可将下模的 4 种板都一起显示出来。

(2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中,单击【标准件】(Standard Parts) 图标,弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框和【信息】(Information) 对话框。

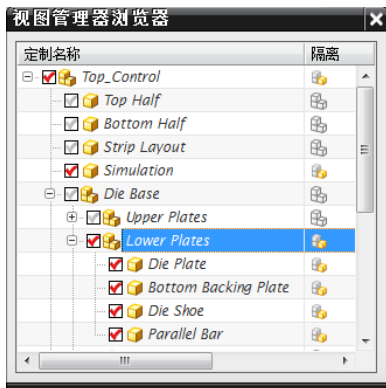


图 6-27 显示下模的模板

(3) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中,展开 UNIVERSAL_MM, 选择 Shcs_Bottom, 此为用于下模模板的螺钉,如图 6-28 所示。

(4) 在【成员视图】(Member View) 组中,选择 shcs DP BBP DS_set, 如图 6-29 所示,该螺钉用于固定凹模固定板、下垫板和下模座。

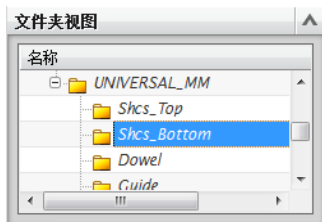


图 6-28 下模板的固定螺钉

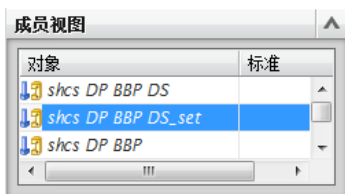


图 6-29 选择固定螺钉

(5) 从【放置】(Placement) 组的【父】(Parent) 下拉列表中,选择 prj_sub_161, 如图

6-30 所示。

(6) 在【详细信息】(Details) 组中, 设置 $Type=4$ (即一次安装 4 颗螺钉), $SIZE=10$ (即使用 M10 的螺钉), 如图 6-31 所示。

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 由于【位置】(Position) 设置为【空】(NULL), 系统会根据模板的长度和宽度尺寸, 自动确定 4 颗螺钉的位置, 同时根据模板的厚度尺寸, 合理设定螺钉的长度和放置高度, 如图 6-32 所示。

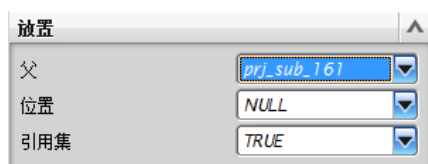


图 6-30 指定父节点

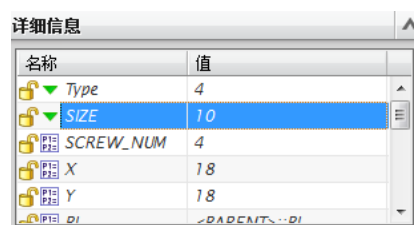


图 6-31 螺钉的安装数量和规格

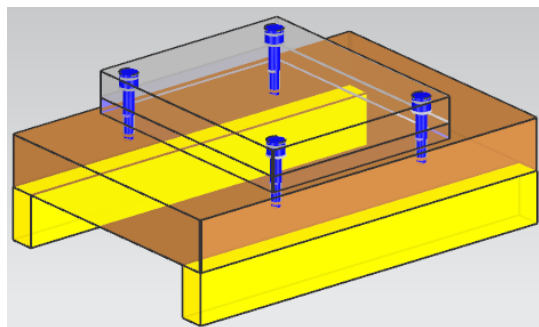


图 6-32 已安装的螺钉

5. 安装销钉

(1) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 $UNIVERSAL_MM$, 选择 $Dowel$, 如图 6-33 所示。

(2) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 $ms_dowel_DP_BBP_DS_set$, 如图 6-34 所示, 此为用于凹模固定板、下垫板和下模座的定位销钉。

(3) 从【放置】(Placement) 组的【父】(Parent) 下拉列表中, 选择 prj_sub_161 , 使销钉放置到模板中, 并自动定位。

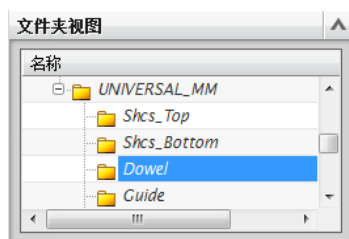


图 6-33 销钉的目录

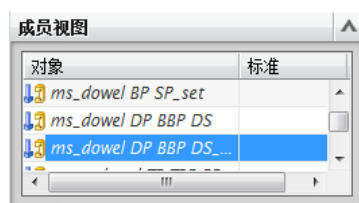


图 6-34 用于下模板的销钉

(4) 在【详细信息】(Details) 组中, 设置 $D=8$ (即使用直径为 8mm 的销钉), 如图 6-35

(a) 所示。

(5) 单击【应用】(Apply) 按钮, 由于【位置】(Position) 设置为【空】(NULL), 系统会根据第一组模板的长度和宽度尺寸, 自动确定销钉的位置, 同时根据模板的厚度尺寸, 合理设定销钉的长度和放置高度, 如图 6-35 (b) 所示。

(6) 观察销钉的位置是否合适, 若不合适, 在图 6-35 (a) 中对 X 和 Y 值进行修改。

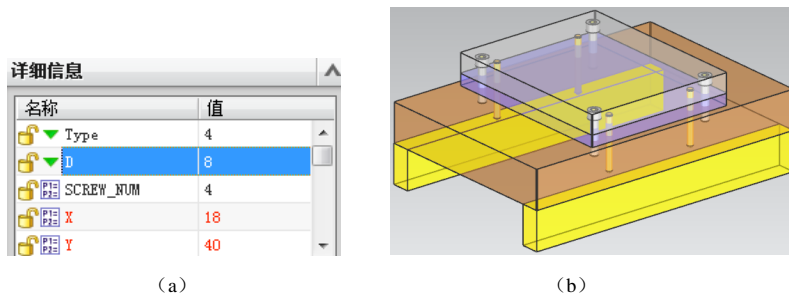


图 6-35 已安装的销钉

同样的方法为其他板安装固定螺钉和销钉。注意要更换父节点, 使系统可以找到正确的模板, 以便计算螺钉的定位距离。

6. 安装内导柱导套

(1) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 *UNIVERSAL_MM*, 选择 *Guide*, 如图 6-36 所示。

(2) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 *Inner Guide set*, 如图 6-37 所示, 此为用于模板导向的内导柱导套。

(3) 从【放置】(Placement) 组的【父】(Parent) 下拉列表中, 选择 *prj_sub_161*, 使内导柱导套放置到模板中, 并自动定位。

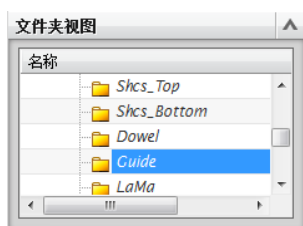


图 6-36 内导柱的目录

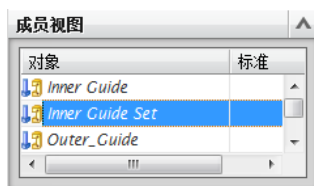


图 6-37 内导柱

(4) 在【详细信息】(Details) 组中, 设置 *d1=18* (即使用直径为 18mm 的导柱), 如图 6-38 所示。

(5) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将自动在模板中放置内导柱导套, 仔细观察会发现安装方向不对。

(6) 在【部件】(Part) 组中, 单击【翻转方向】(Flip Direction) 按钮, 即可完成调整, 调整好的内导柱导套如图 6-39 所示。

7. 安装外导柱导套

(1) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 *UNIVERSAL_MM*, 选择 *Guide*。

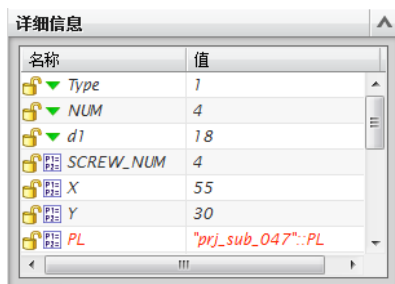


图 6-38 内导柱的规格



图 6-39 已安装的内导柱导套

(2) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 *Removable Outer Guide set*, 如图 6-40 所示, 此为用于模具导向的外导柱导套。

(3) 在【详细信息】(Details) 组中, 修改 *Type=4* (安装 4 套外导柱导套), *D=22* (即使用直径为 22mm 的导柱), 如图 6-41 所示。

(4) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将安装 4 套外导柱导套, 结果如图 6-42 所示。

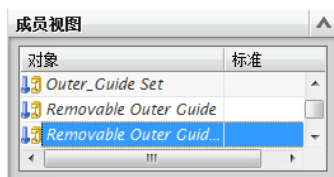


图 6-40 外导柱导套

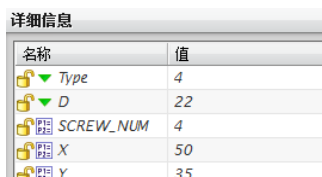


图 6-41 外导柱导套参数

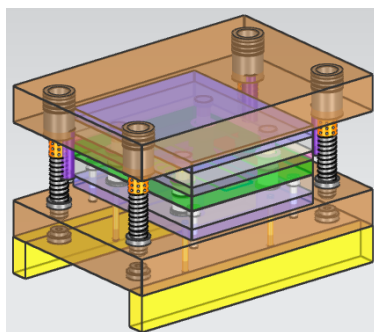
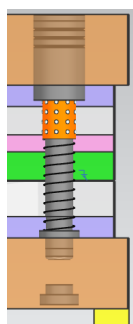


图 6-42 已安装的外导柱导套


8. 安装上限位块

(1) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 *UNIVERSAL_MM*, 选择 *Stop Pin*, 如图 6-43 所示。

(2) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 *stop_pin_sub_TOP_set*, 如图 6-44 所示, 此为上限位块。

(3) 在【详细信息】(Details) 组中, 修改 *SCREW_DIA=5* (限位块使用 M5 的螺钉固定), *dia=20* (限位块直径为 20mm), 如图 6-45 所示。

(4) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统自动安装上限位块, 仔细观察安装位置发现需进行翻转。

(5) 在【部件】(Part) 组中, 单击【翻转方向】(Flip Direction) , 即可完成调整, 结

果如图 6-46 所示。

(6) 观察限位块的位置是否合适, 若不合适, 在图 6-45 中对 X 和 Y 值进行修改。

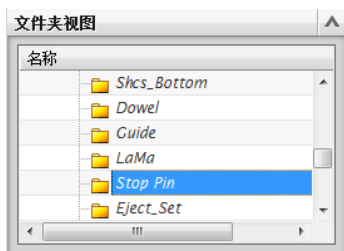


图 6-43 限位块的目录

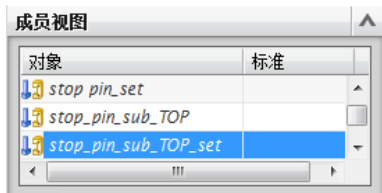


图 6-44 上限位块

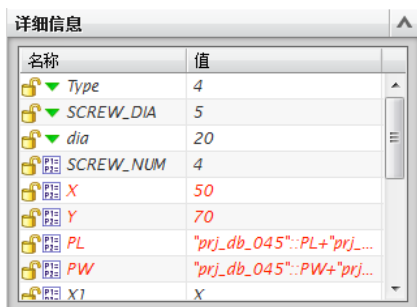


图 6-45 设置参数

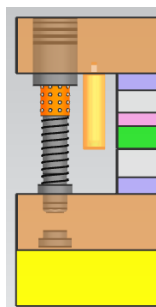


图 6-46 已安装好的上限位块

9. 安装下限位块

(1) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 *stop_pin_sub_BOTTOM_set*, 如图 6-47 所示, 此为下限位块。

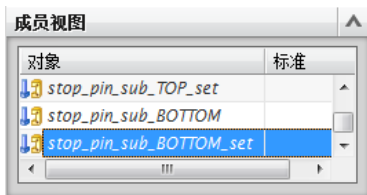


图 6-47 下限位块

(2) 在【详细信息】(Details) 组中, 修改 $SCREW_DIA=5$, $dia=20$, 如图 6-48 (a) 所示。

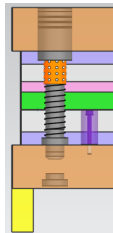
(3) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统自动安装下限位块, 如图 6-48 (b) 所示。

(4) 观察限位块的位置是否合适, 若不合适, 在图 6-48 (a) 中对 X 和 Y 值进行修改。

(5) 单击【取消】(Cancel) 按钮, 退出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。




(a)



(b)

图 6-48 已安装好的下限位块

10. 保存

双击顶层节点 `prj_control_013`，将其设为工作部件，在【标准】(Standard) 工具条上单击【保存】(Save) 按钮，使系统保存装配中的所有文件。

6.3.2 案例 6-2：标准件调用

本练习将介绍如何从标准件库中调用标准件，并放置到模具的合适位置。将练习目录“\...chapter_6\”中的 `fr_case01_stp` 文件夹复制到电脑中。打开 `case_2\prj_control.prt`。

1. 安装导正销

(1) 为了便于操作，图形窗口中只显示仿真料带。在【装配导航器】(Assembly Navigator) 中，选择 `prj_diebase` 节点的检查框使其呈灰色显示，即可隐藏整个模架。

(2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中，单击【标准件】(Standard Parts) 图标，弹出【标准件管理】(Standard Parts Management) 对话框。

(3) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中，展开 `UNIVERSAL_MM`，选择 `Pilot`，如图 6-49 所示。

(4) 在【成员视图】(Member View) 组中，选择 `Straight Pilot Punch`，如图 6-50 所示。

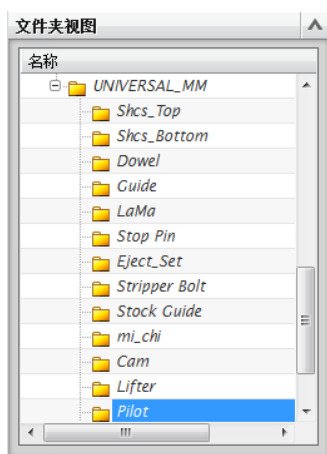


图 6-49 导正销目录

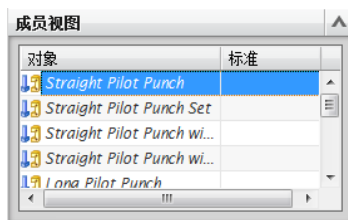


图 6-50 选择标准件

(5) 从【放置】(Placement) 组的【父】(Parent) 下拉列表中，选择 `prj_die`，为将要加载的导正销指定父节点，如图 6-51 所示。

(6) 在【详细信息】(Details) 组中，将 `H` 的值设为 11，其他为默认参数，如图 6-52 所示。

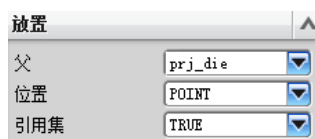


图 6-51 指定父节点

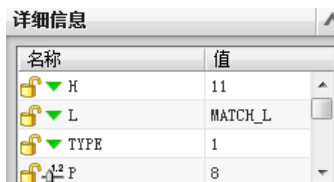


图 6-52 修改导正销参数

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮，弹出【点】(Point) 对话框，按照以下步骤捕捉点

放置导正销。

① 在【选择条】(Selection Bar)中,将【选择范围】(Selection Scope)设置为【整个装配】(Entire Assembly)。

② 在【点】(Point)对话框中,将【类型】(Type)设置为【圆弧中心/椭圆中心/球心】(Arc/Ellipse/Sphere Center)。

③ 在图形窗口中捕捉第2工位的导正孔的圆弧,如图6-53所示。

(8) 指定放置点后,系统立即在该点放置导正销。同时在 *prj_die* 节点下增加相应的导正销节点。

(9) 在【点】(Point)对话框中单击【后退】(Back)按钮,返回【标准件管理】(Standard Part Management)对话框。生产的导正销如图6-54所示。

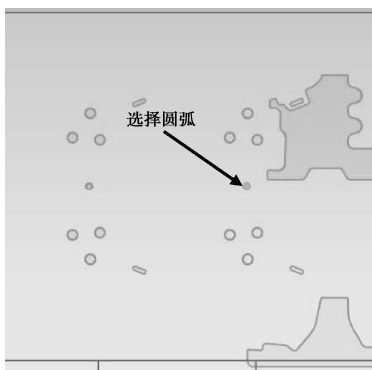


图 6-53 捕捉放置点

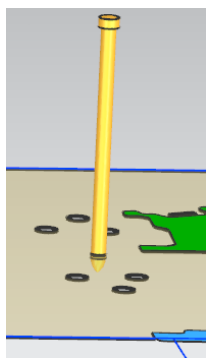


图 6-54 导正销

2. 安装浮料销

(1) 在【文件夹视图】(Folder View)组中,展开 *UNIVERSAL_MM*, 选择 *Lifter*, 如图6-55所示。

(2) 在【成员视图】(Member View)组中,选择 *Pilot Lifter Set*, 如图6-56所示。

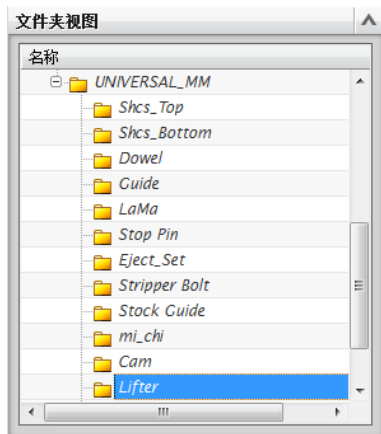


图 6-55 导正销目录



图 6-56 选择标准件

(3) 从【放置】(Placement)组的【父】(Parent)下拉列表中,选择 *prj_die_000*, 为将要加载的导正销指定父节点。

(4) 在【详细信息】(Details) 组中, 将参数 D 的值设为 10, 其他为默认参数, 如图 6-57 所示。

(5) 单击【应用】(Apply) 按钮, 弹出【点】(Point) 对话框, 选择圆弧, 以其圆心作为放置点。

(6) 系统在圆心位置放置浮料销, 如图 6-58 所示。系统将在 prj_die_000_*节点下增加相应的一个浮料销节点。

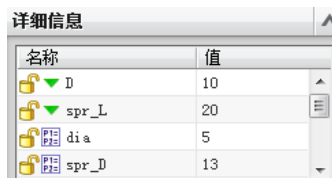


图 6-57 设置浮料销参数

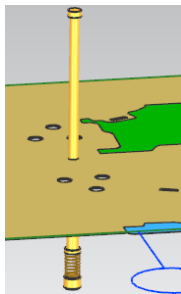



图 6-58 浮料销

(7) 在【点】(Point) 对话框中单击【后退】(Back) 按钮, 返回【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

(8) 单击【取消】(Cancel) 按钮, 退出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。

3. 复制标准件

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 图标, 弹出【镶块辅助设计】(Insert Auxiliary Design) 对话框。

(2) 将【类型】(Type) 设置为【刀具】(Tools)。

(3) 确认【刀具】(Tools) 组设置为【复制】(Copy)。

(4) 确认【选择镶块】(Select Insert) 处于激活状态, 在图形窗口中选择上一步骤添加的导正销和浮料销。

(5) 选择【指定控制点】(Select Control Point), 确认在【选择条】(Selection Bar) 中开启了【圆弧中心】(Arc Center) 的捕捉, 选择导正销所在导正孔的圆弧, 即前一步骤中所选的圆弧, 以其圆心作为控制点。

(6) 系统自动跳转到【指定目标点】(Select Destination Point), 在图形窗口中行选择需要放置这两个标准零件的圆弧, 每选择一个圆弧, 系统将在该位置复制一份, 如图 6-59 所示。

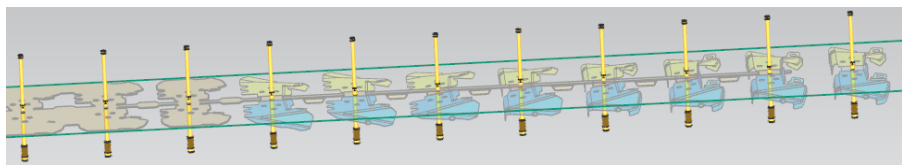


图 6-59 复制的标准件

(7) 完成复制后, 单击【确定】(OK) 按钮, 关闭对话框。

4. 安装螺钉

(1) 为方便观察, 在图形窗口中只显示下模部分的板, 步骤如下:

① 【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【视图管理器】(View manager) 图标, 弹出【视图管理器浏览器】(View Manager Browser) 对话框。

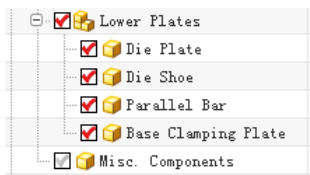



图 6-60 显示下模的模板

② 选择 Lower Plates 节点的检查框使其高亮显示, 如图 6-60 所示, 即可将下模的 4 种板都一起显示出来。

(2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【标准件】(Standard Parts) 图标, 弹出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框和【信息】(Information) 对话框。

(3) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 UNIVERSAL_MM, 选择 Shcs_Bottom, 此为用于下模模板的螺钉, 如图 6-61 所示。

(4) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 shcs DP BBP DS_set, 如图 6-62 所示, 该螺钉用于固定凹模固定板、下垫板和下模座。

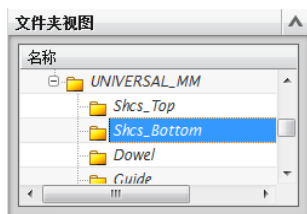


图 6-61 下模板的固定螺钉

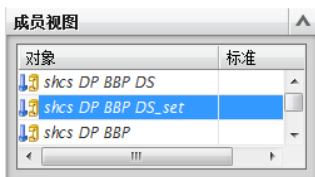


图 6-62 选择固定螺钉

(5) 从【放置】(Placement) 组的【父】(Parent) 下拉列表中, 选择 prj_sub_002, 如图 6-63 所示, 由于模板已被分为 4 组板, 为了更好地管理数据, 建议将每组板的零件 (如螺钉、销钉、内导柱和内导套等) 放置到相应的组中, 即***_sub。

(6) 在【详细信息】(Details) 组中, 设置 Type=4 (即一次安装 4 颗螺钉), SIZE=16 (即使用 M16 的螺钉), X 和 Y 的值设为 28 (即螺钉中心到模板边缘的距离), 如图 6-64 所示。

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 由于【位置】(Position) 设置为【空】(NULL), 系统会根据第一组模板的长度和宽度尺寸, 自动确定 4 颗螺钉的位置, 同时根据模板的厚度尺寸, 合理设定螺钉的长度和放置高度, 如图 6-65 (a) 所示。

(8) 采用同样的方法为其他 3 块板安装固定螺钉, 如图 6-65 (b) 所示。注意要更换父节点, 使系统可以找到正确的模板, 以便计算螺钉的定位距离。

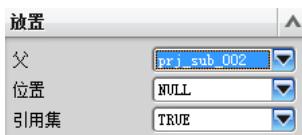


图 6-63 指定父节点

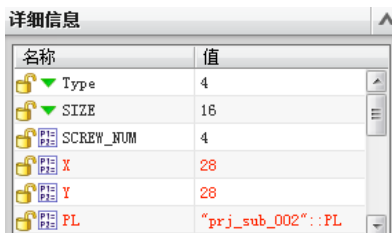


图 6-64 螺钉的安装数量和规格

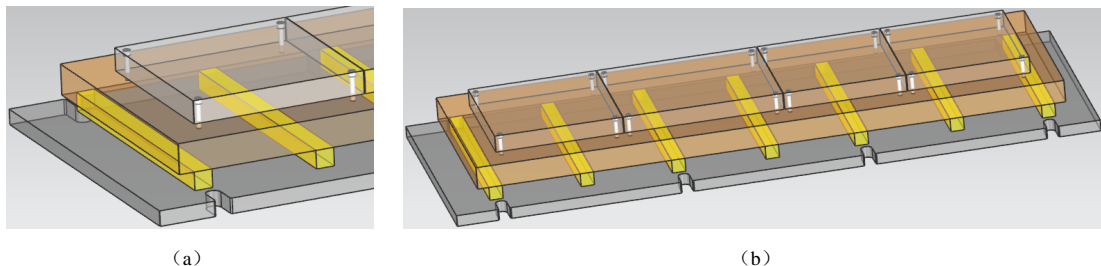


图 6-65 已安装的螺钉

5. 安装销钉

(1) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 *UNIVERSAL_MM*, 选择 *Dowel*, 如图 6-66 所示。

(2) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 *ms_dowel DP BBP DS_set*, 如图 6-67 所示, 此为用于凹模固定板、下垫板和下模座的定位销钉。

(3) 从【放置】(Placement) 组的【父】(Parent) 下拉列表中, 选择 *prj_sub_002*, 使销钉放置到第一组模板中, 并自动定位。

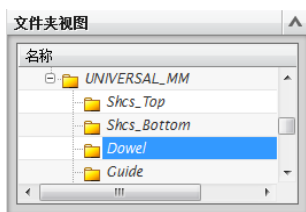


图 6-66 销钉的目录



图 6-67 用于下模板的销钉

(4) 在【详细信息】(Details) 组中, 设置 $D=12$ (即使用直径为 12mm 的销钉)。

(5) 单击【应用】(Apply) 按钮, 由于【位置】(Position) 设置为【空】(NULL), 系统会根据第一组模板的长度和宽度尺寸, 自动确定销钉的位置, 同时根据模板的厚度尺寸, 合理设定销钉的长度和放置高度, 如图 6-68 所示。

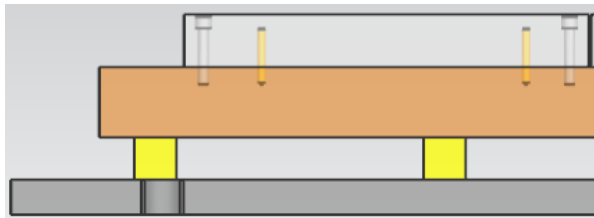


图 6-68 已安装的销钉

(6) 采用同样的方法为其他 3 块板安装固定螺钉。注意要更换父节点, 使系统可以找到正确的模板, 以便计算螺钉的定位距离。

6. 安装内导柱导套

(1) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 *UNIVERSAL_MM*, 选择 *Guide*, 如图 6-69 所示。

(2) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 *Inner Guide set*, 如图 6-70 所示, 此为

用于模板导向的内导柱导套。

(3) 从【放置】(Placement) 组的【父】(Parent) 下拉列表中, 选择 prj_sub_002, 使内导柱导套放置到第一组模板中, 并自动定位。

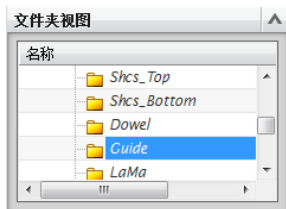


图 6-69 内导柱的目录



图 6-70 内导柱

(4) 在【详细信息】(Details) 组中, 设置 d1=22 (即使用直径为 22mm 的导柱), 如图 6-71 所示。

(5) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将自动在第一组模板中放置内导柱导套, 仔细观察会发现安装方向不对。

(6) 在【部件】(Part) 组中, 单击【翻转方向】(Flip Direction) 按钮, 即可完成调整, 调整好的内导柱导套如图 6-72 所示。

(7) 注意观察所安装的内导柱导套位置是否合适, 若不合适, 修改图 6-71 所示的 X 和 Y 的值进行调整。

(8) 采用同样的方法为其他 3 块板安装内导柱导套。



图 6-71 内导柱的规格

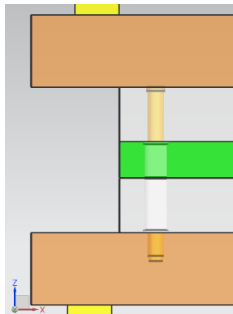


图 6-72 已安装的内导柱导套

7. 安装外导柱导套

(1) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 UNIVERSAL_MM, 选择 Guide。

(2) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 Removable Outer Guide set, 如图 6-73 所示, 此为用于模具导向的外导柱导套。

(3) 在【详细信息】(Details) 组中, 修改 Type=6 (安装 6 套外导柱导套), D=45 (即使用直径为 45mm 的导柱), 如图 6-74 所示。

(4) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统将安装 6 套外导柱导套, 结果如图 6-75 所示。

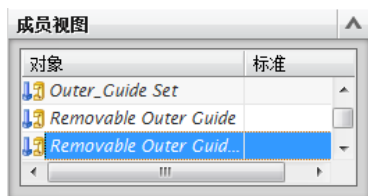


图 6-73 外导柱导套

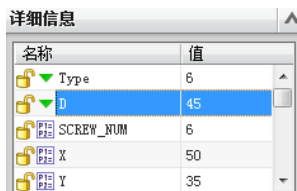


图 6-74 外导柱导套参数

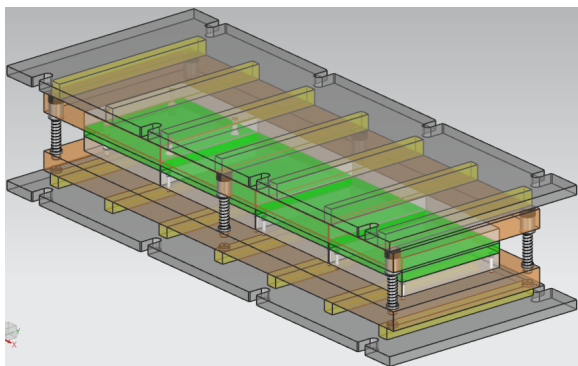
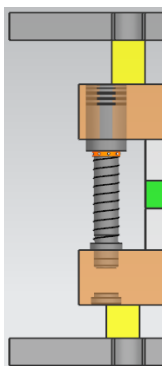


图 6-75 已安装的外导柱导套

8. 安装上限位块

(1) 在【文件夹视图】(Folder View) 组中, 展开 *UNIVERSAL_MM*, 选择 *Stop Pin*, 如图 6-76 所示。

(2) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 *stop_pin_sub_TOP_set*, 如图 6-77 所示, 此为上限位块。

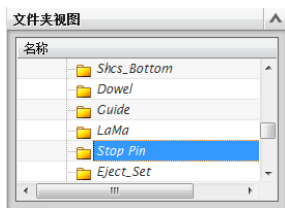


图 6-76 限位块的目录

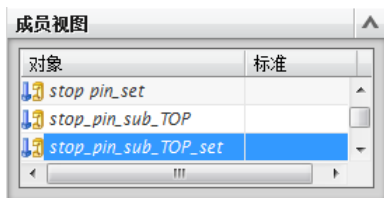


图 6-77 上限位块

(3) 在【详细信息】(Details) 组中, 修改 *SCREW_DIA*=10 (限位块使用 M10 的螺钉固定), *dia*=50 (限位块直径为 50mm), 如图 6-78 所示。

(4) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统自动安装上限位块, 仔细观察安装位置发现需进行翻转。

(5) 在【部件】(Part) 组中, 单击【翻转方向】(Flip Direction) 按钮, 即可完成调整, 结果套如图 6-79 所示。

9. 安装下限位块

(1) 在【成员视图】(Member View) 组中, 选择 *stop_pin_sub_BOTTOM_set*, 此为下限位块。

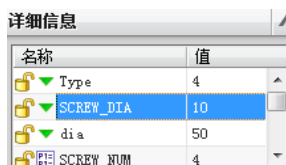


图 6-78 设置参数

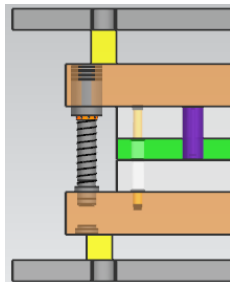


图 6-79 已安装好的上限位块

(2) 在【详细信息】(Details) 组中, 修改 SCREW_DIA=10, dia=50, 并调整其位置, 如图 6-80 所示。

(3) 单击【应用】(Apply) 按钮, 系统自动安装下限位块, 如图 6-81 所示。

(4) 注意观察所安装的限位块位置是否合适, 若不合适, 修改图 6-80 所示的 X 和 Y 的值进行调整。

(5) 单击【取消】(Cancel) 按钮, 退出【标准件管理】(Standard Part Management) 对话框。



图 6-80 下限位块

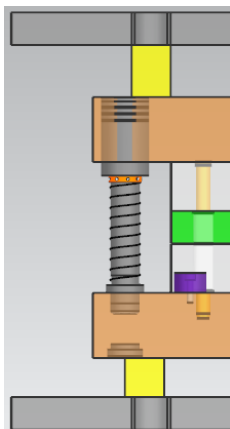



图 6-81 已安装好的下限位块

10. 保存

双击顶层节点 prj_control, 将其设为工作部件, 在【标准】(Standard) 工具条上单击【保存】(Save) 按钮 , 使系统保存装配中的所有文件。

本章习题

1. 常用卸料装置的类型和特点。
2. 常用弹性元件有哪些? 各适用于什么场合?

第 7 章 NX PDW让位槽与腔体设计

对于具有折弯、成形等工序的条料，其形状高度总是超出了厚度范围，因此在模具设计时需要考虑当条料被送到下一个工位时，模具的相应位置是否有足够的空间来避让这些成形条料，以防止干涉。

本章主要介绍 NX PDW 提供的工具如何创建避让实体，即让位槽设计；如何在模板上创建零件安装槽，即腔体设计。

7.1 让位槽设计

让位槽设计所提供的工具就是用来创建避让实体，以便在模板中创建让位槽，防止出现条料与模板的干涉，而且让位槽实体与创建时所使用的面保持关联。


7.1.1 功能概述

利用【让位槽设计】(Relief Design) 工具可以创建规则的让位槽实体，如长方体、圆柱体，也可以创建自定义外形轮廓的拉伸实体。另外也可编辑、复制甚至删除这些实体。要强调的是，只是创建了实体，若要在模板上挖槽，则还得借助另一个工具，即【腔体设计】(pocket Design) 工具来实现。

通过【让位槽设计】(Relief Design) 工具创建的实体被自动放置在*_relief 文件中，若需通过建模工具创建让位槽实体，则要将实体数据放置在该文件中。

7.1.2 使用方法

1. 创建让位槽实体

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡上，单击【让位槽设计】(Relief Design) 图标，弹出如图 7-1 所示的【让位槽设计】(Relief Design) 对话框。

(2) 将【类型】(Type) 设置为【创建】(Create)。

(3) 在创建方式上，提供了两种选择，分别是【包容块】(Bounding Box) 和【用户定义】(User Defined)。

- 当选择【包容块】(Bounding Box) 单选按钮时，需从条料上选择可用于定义实体的面。一旦选择了面，将立即出现边界盒，有 6 个可控制大小的箭头，可通过拖拽箭头调整边界盒大小，或修改【安全距离】(Clearance) 和【半径】(Radius) 的值。
- 当选择【用户定义】(User Defined) 单选按钮时，也需要选择面，另还需进入草图环

境中绘制让位槽的外形轮廓，然后再指定轮廓的拉伸尺寸。



图 7-1 【让位槽设计】(Relief Design) 对话框

(4) 若需要在当前工步中创建让位槽实体，则在【设置】(Setting) 组中勾选【在原位置创建】(Create in Original Location) 复选框显示检查符。否则，若关闭该检查符，那么系统将在下一步中创建让位槽实体。

(5) 若需要将创建的让位槽实体隐藏，则在【设置】(Settings) 组中勾选【隐藏让位槽实体】(Hide Relief Solid Body) 复选框显示检查符。

(6) 单击【应用】(Apply) 或【确定】(OK) 按钮，这样就可以创建让位槽实体。该实体数据放置在*_relief 文件中。

2. 编辑让位槽实体

(1) 在【让位槽设计】(Relief Design) 对话框中，将【类型】(Type) 设置为【编辑】(Edit)。

(2) 这时必须根据让位槽实体的创建方式来选择编辑模式。


- 通过【包容块】(Bounding Box) 方式创建的实体，此时的对话框如图 7-2 (a) 所示，可通过单击【包容块】(Edit Bounding Box) 图标，编辑边界和各个面的偏置量，也可改变半径值。
- 通过【用户定义】(User Defined) 方式创建的实体，此时对话框如图 7-2 (b) 所示，可以修改拉伸的距离，即修改【开始】(Start) 和【高度】(Height) 值。



图 7-2 编辑让位槽实体

(3) 单击【应用】(Apply) 或【确定】(OK) 按钮, 即可完成编辑。

3. 复制让位槽实体

(1) 在【让位槽设计】(Relief Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【复制】(Copy), 此时的对话框如图 7-3 所示。

(2) 选择需要进行复制的让位槽实体。

(3) 在【复制】(Copy) 组中输入需复制的数量, 不包括原实体。

(4) 单击【应用】(Apply) 或【确定】(OK) 按钮, 系统将沿送料方向, 以条料的步距为间距进行复制。

4. 删除让位槽实体

(1) 在【让位槽设计】(Relief Design) 对话框中, 将【类型】(Type) 设置为【删除】(Delete), 此时的对话框如图 7-4 所示。



图 7-3 复制让位槽实体



图 7-4 删除让位槽实体

(2) 选择需要删除的让位槽实体。

(3) 系统提供了两种删除方式, 根据实际需要进行选择。

- 若要删除当前所选择的实体, 则选择【删除选定的实例】(Delete Selected Instance) 单选按钮。
- 若要删除所选实体及其复制体, 则选择【删除所有实例】(Delete All Instance) 单选按钮。

(4) 单击【应用】(Apply) 或【确定】(OK) 按钮, 即可删除指定的让位槽实体。

7.2 腔体设计

腔体设计提供的工具主要是用来在模板上创建零件安装槽, 通过使用该工具可以一次性为多个零件在模板中创建安装槽, 而且用户可根据设计需要来确定该安装槽与零件是否需要保持关联性。


7.2.1 功能概述

当在模具中创建了导柱、导套、螺钉、销钉、导正销、凸模、凹模等零件时, 必须在模板的相应位置开设安装槽, 用于放置这些零件。在 PDW 中创建的这些零件, 通常具有 2 个引用集, 即真体 (TRUE) 和假体 (FALSE), 真体 (TRUE) 中的实体就是真正的零件, 而

假体 (FALSE) 中的实体则用来创建安装槽。在软件计算原理中, 创建安装槽实际上就是进行布尔减的运算, 即模板作为目标体, 假体 (FALSE) 作为工具体, 即腔体设计。

7.2.2 使用方法

1. 创建安装槽

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡上, 单击【腔体设计】(Pocket Design) 图标, 弹出如图 7-5 所示的【腔体】(Pocket) 对话框。

(2) 在【模式】(Mode) 下拉列表中提供了两种选择。

- 选择【减去材料】(Subtract Material) 将进行布尔减的运算。
- 选择【添加材料】(Add Material) 将进行布尔加的运算。


(3) 选择【目标】(Target) 组的【选择体】(Select Body), 在图形窗口中选择目标对象, 如模板。也可不选择目标对象, 而由系统通过已选择的工具对象来自动查找与之相交的目标对象。



图 7-5 【腔体】(Pocket) 对话框


(4) 在【刀具】(Tool) 组中, 从【工具类型】(Tool Type) 下拉列表中选择【组件】(Component) 或者【实体】(Solid)。

(5) 选择【刀具】(Tool) 组的【选择对象】(Select Object), 在图形窗口中选择工具对象, 如螺钉、销钉。也可不选择目标对象, 而由系统通过已选择的的目标对象来自动查找与之相交的工具对象。


(6) 若此前只是选择了目标或者只选择了工具对象, 则需单击【查找相交】(Find Intersections) 图标, 由系统来搜索与之相交的对象。

(7) 单击【确定】(OK) 或【应用】(Apply) 按钮, 就可在目标对象中创建零件的安装槽。

2. 删除安装槽

- (1) 打开【腔体】(pocket)对话框。
- (2) 分别选择需要移除安装槽的目标和工具对象。
- (3) 在【刀具】(Tool)组中单击【移除腔体】(Remove Pocket)图标,即可将对应的安装槽删除。

3. 检查腔体的状态

- (1) 打开【腔体】(pocket)对话框。
- (2) 在【刀具】(Tool)组中单击【检查腔体状态】(Check Pocket States)图标,若系统检查到有零件还没设计安装槽,则该零件将会高亮显示,同时还可从状态行中看到未创建安装槽的零件数量。


7.3 案例分析

7.3.1 案例 7-1：创建让位槽实体与腔体设计

将练习目录“\...\chapter_7\”中的 case_1 文件夹复制到电脑中。打开 case_1\prj_control_013.prt。

7.3.1.1 创建让位槽实体

1. 创建包容块形式的让位槽实体

- (1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard)选项卡上,单击【让位槽设计】(Relief Design)图标,弹出【让位槽设计】(Relief Design)对话框。
- (2) 将【类型】(Type)设置为【创建】(Create)。
- (3) 在【创建】(Create)组中,选择【包容块】(Bounding Box)单选按钮。
- (4) 在图形窗口中第 6 个工步处选择 4 个面,如图 7-6 所示,边界盒预览如图 7-7 所示。

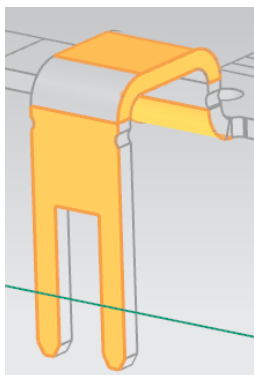


图 7-6 选择边界面

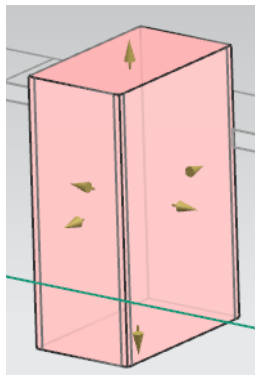


图 7-7 边界盒预览

- (5) 设置【安全距离】(Clearance)为 0.3mm,【半径】(Radius)为 0.25mm。
- (6) 在【设置】(Setting)组中,取消【在原位置创建】(Create in Original Location)复选框,这样让位槽实体将出现在下一个工步,留意预览实体的变化。

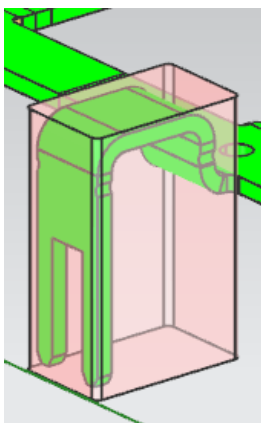


图 7-8 让位槽实体

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 创建的让位槽实体如图 7-8 所示。

2. 创建让位槽

(1) 在图形窗口中显示卸料板和凹模板, 如图 7-9 所示。

(2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡上, 单击【Pocket Design】图标, 弹出【腔体】(Pocket) 对话框。

(3) 将【模式】(Mode) 设置为【减去材料】(Subtract Material)。

(4) 在【目标】(Target) 组中, 选择卸料板和凹模板作为目标体。

(5) 在【刀具】(Tool) 组中, 确认【工具类型】(Tool Type) 设置为【组件】(Component), 然后单击【选择对象】(Select Object) 按钮, 在图形窗口中选择让位槽实体作为工具。

(6) 单击【确定】(OK) 按钮, 即可创建让位槽, 如图 7-10 所示。

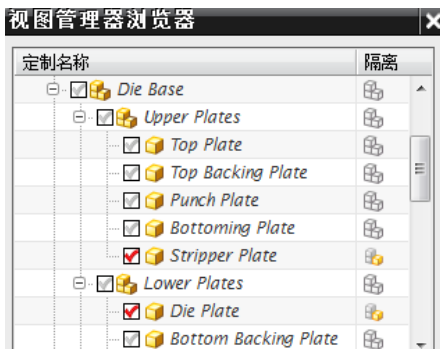


图 7-9 显示卸料板

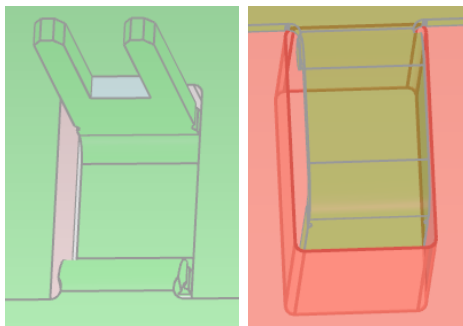



图 7-10 让位槽

3. 保存


7.3.1.2 创建腔体

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡上, 单击【Pocket Design】图标, 弹出【腔体】(Pocket) 对话框。

(2) 在【模式】(Mode) 下拉列表中选择【减去材料】(Subtract Material)。

(3) 激活【目标】(Target) 组的【选择体】(Select Body), 在图形窗口中选择卸料板作为目标对象, 如图 7-11 所示。

(4) 在【刀具】(Tool) 组中, 从【工具类型】(Tool Type) 下拉列表中选择【组件】(Component)。

(5) 在【工具】(Tool) 组中单击【查找相交】(Find Intersections) , 由系统搜索与卸料板相交的对象, 一共搜索到 27 个。

(6) 在【设置】(Settings) 组中, 勾选【只显示目标体和工具体】(Show Target and Tool Bodies Only) 复选框显示检查符, 系统将只显示目标体和工具体, 如图 7-12 所示。

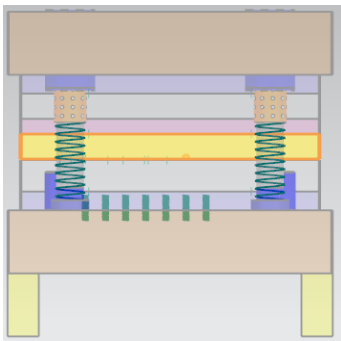


图 7-11 卸料板

(7) 单击【确定】(OK) 或【应用】(Apply) 按钮, 系统在卸料板创建这些零件的安装槽。结果如图 7-13 所示。

(8) 用同样的方法在其他模板中创建相关零件的安装槽。

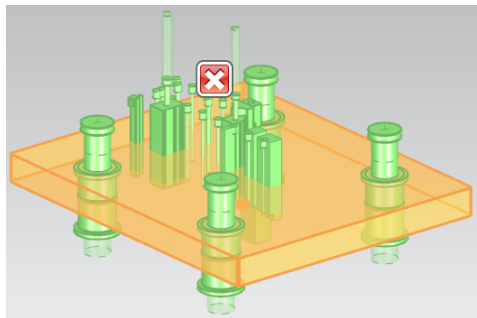


图 7-12 只显示目标体和工具体

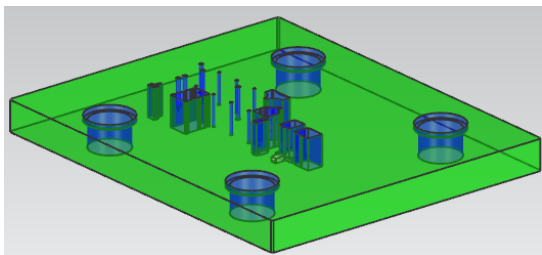


图 7-13 卸料板

7.3.2 案例 7-2：创建让位槽实体与腔体设计

将练习目录“\...\chapter_7\”中的 fr_case01_stp 文件夹复制到电脑中。打开 case_2\prj_control.prt。

7.3.2.1 创建让位槽实体

1. 创建包容块形式的让位槽实体

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡上, 单击【让位槽设计】(Relief Design) 图标 , 弹出【让位槽设计】(Relief Design) 对话框。

(2) 将【类型】(Type) 设置为【创建】(Create)。

(3) 在【创建】(Create) 组中, 选择【包容块】(Bounding Box) 单选按钮。

(4) 在图形窗口中选择第 6 个工步的 4 个面, 如图 7-14 所示, 边界盒预览如图 7-15 所示。

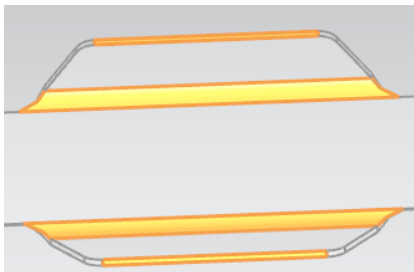


图 7-14 选择边界面

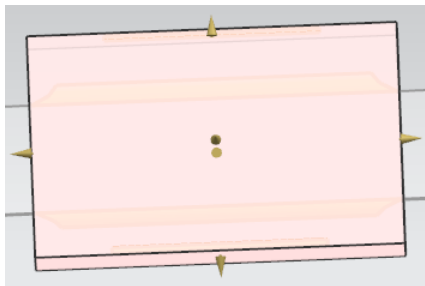


图 7-15 边界盒预览

(5) 设置【安全距离】(Clearance) 为 0.3mm, 【半径】(Radius) 为 2mm。

(6) 在【设置】(Settings) 组中, 取消【在原位置创建】(Create in Original Location) 复选框, 这样让位槽实体将出现在下一个工步, 留意预览实体的变化。

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮, 创建的让位槽实体如图 7-16 所示。

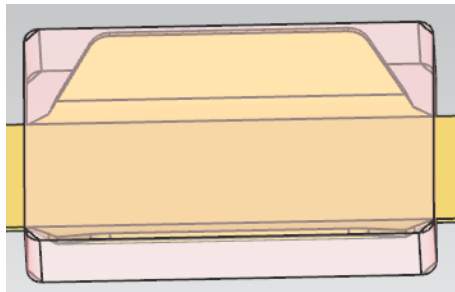


图 7-16 让位槽实体

2. 创建包容块形式的让位槽实体

(1) 在【让位槽设计】(Relief Design)对话框中, 确认【创建】(Create)组选中【包容块】(Bounding Box)单选按钮。

(2) 在图形窗口中选择第 6 个工步中如图 7-17 所示的面, 边界盒预览如图 7-18 所示。

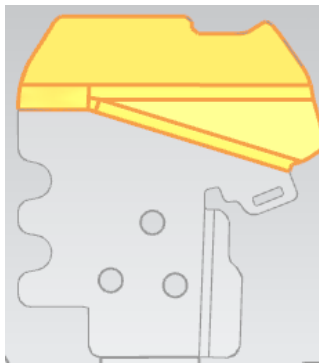


图 7-17 选择边界面

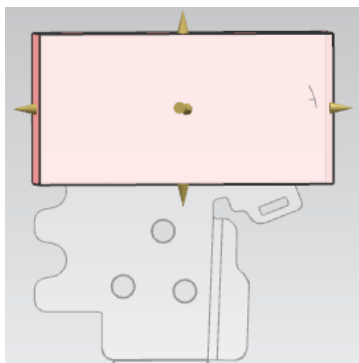


图 7-18 边界盒预览

(3) 设置【安全距离】(Clearance)为 0.3mm, 【半径】(Radius)为 2mm。

(4) 在【设置】(Settings)组中, 取消【在原位置创建】(Create in Original Location)复选框, 这样让位槽实体将出现在下一个工步, 留意预览实体的变化。

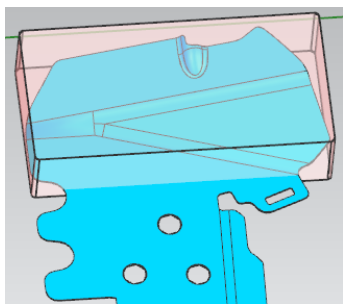


图 7-19 让位槽实体


(5) 单击【应用】(Apply)按钮, 创建的让位槽实体如图 7-19 所示。

3. 创建用户定义的让位槽实体

(1) 将【类型】(Type)设置为【创建】(Create)。

(2) 在【创建】(Create)组中, 选择【用户定义】(User Defined)单选按钮。

(3) 在图形窗口中选择第 12 个工步的 4 个面, 如图 7-20 所示。

(4) 单击【绘制截面】(Sketch Section)图标, 弹出【创建草图】(Create Sketch)。

(5) 选择如图 7-21 所示的平面作为草绘平面, 单击【确定】(OK)按钮, 进入草图环境。

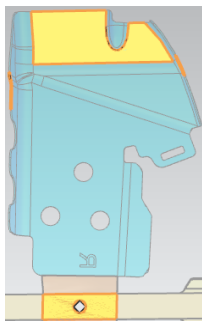


图 7-20 选择边界面

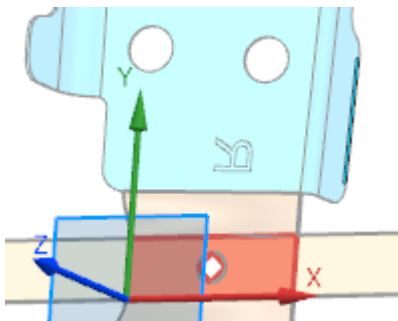


图 7-21 选择草绘平面

(6) 大致绘制一个矩形轮廓，作为让位槽实体的外形，如图 7-22 所示。

(7) 单击【完成草图】(Finish Sketch) 按钮，返回到【让位槽设计】(Relief Design) 对话框，此时出现让位槽实体的预览。

(8) 调整拉伸距离，设置【开始】(Start) 为 -21mm，【高度】(Height) 为 40mm。

(9) 在【设置】(Settings) 组中，勾选【在原位置创建】(Create in Original Location) 复选框显示检查符，以便在当前工步创建让位槽实体。

(10) 单击【应用】(Apply) 按钮，结果如图 7-23 所示。

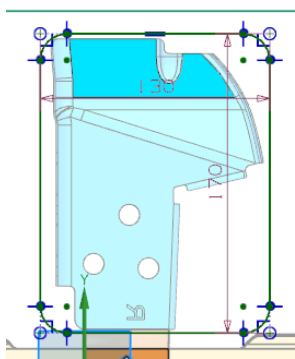


图 7-22 让位槽的外形轮廓

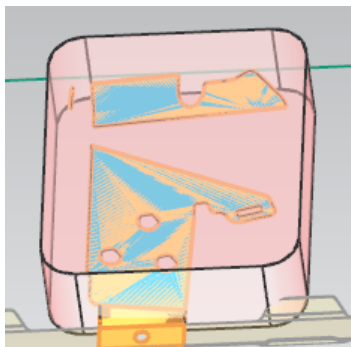


图 7-23 自定义的让位槽实体

4. 创建让位槽

(1) 在图形窗口中显示卸料板和凹模板，如图 7-24 所示。

(2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡上，单击【Pocket Design】图标, 弹出【腔体】(Pocket) 对话框。

(3) 将【模式】(Mode) 设置为【减去材料】(Subtract Material)。

(4) 在【目标】(Target) 组中，选择卸料板作为目标体。

(5) 在【刀具】(Tool) 组中，确认【工具类型】(Tool Type) 设置为【组件】(Component)，然后单击【选择对象】(Select Object) 按钮，在图形窗口中选择其中一个让位槽实体作为工具，这样可一次性选中所有的让位槽实体。

(6) 单击【确定】(OK) 按钮，即可创建让位槽，如图 7-25 所示。



图 7-24 显示卸料板和凹模板

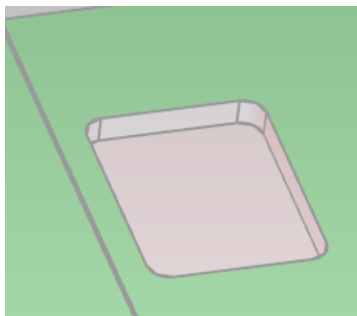


图 7-25 卸料板的让位槽

5. 保存

7.3.2.2 创建腔体

案例 7-2 中腔体的创建方法和步骤参照案例 7-1，此处不再赘述。

第 8 章 NX PDW其他处理

本章主要介绍如何使用 NX PDW 中提供的工具进行模具验证、文档设计和流程管理三方面的内容。

8.1 模具验证

当完成整套模具的 3D 设计后，如何快速地检查是否存在干涉，仅凭肉眼很难做到，借助 PDW 提供的工具可以验证模具在闭模状态下的干涉，并可通过动态干涉检查工具，模拟模具在工作状态下各个零件的实际运动情况，分析检查可能存在的问题。


8.1.1 静态干涉检查


8.1.1.1 功能概述

利用【静态干涉检查】(Static Interference Check) 工具可对模具部件间的关系进行分析、检查、发现干涉问题并提供相应报告。静态干涉检查可帮助设计师快速找到干涉位置或每个需要开腔挖槽的标准件，尽早发现问题，从而可提高设计的准确率。

系统给出了 5 种干涉类型及其判断依据。

8.1.1.2 使用方法

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡上，单击【工具验证】(Tooling Validation) 图标，弹出如图 8-1 所示的【工具验证】(Tooling Validation) 工具条。

(2) 单击【静态干涉检查】(Static Interference Check) 图标，弹出如图 8-2 所示的【静态干涉检查】(Static Interference Check) 对话框。

(3) 激活【用户定义集】(User Defined Sets) 组中的第一个【选择对象】(Select Object) 工具。此时，注意提示行信息：“选择目标组件或体以进行静态干涉检查”(Select target component or body to do static interference check)。

(4) 若需要，可选择【组件】(Component) 或者【实体】(Solid Body) 两个选项中的其中一个，用于限制对象的选择范围。

(5) 在图形窗口中选择目标组件或目标实体。

(6) 选择第二组的【选择对象】(Select Object) 工具，同时观察提示行的信息：“选择工具组件或体以进行静态干涉检查”(Select tool component or body to do static interference check)。



图 8-1 【工具验证】工具条

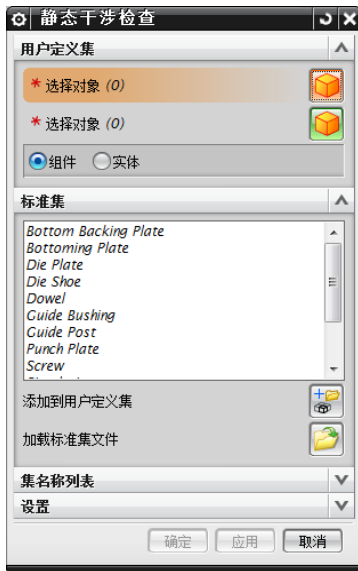


图 8-2 【静态干涉检查】对话框

(7) 在图形窗口中选择工具组件或工具实体。

(8) 系统提供了两种分析模式：**【基于实体】**(Solid Based)和**【基于小平面体】**(Facet Based)。可在**【设置】**(Settings)组中，选择合适的分析模式。默认情况下，使用**【基于实体】**(Solid Based)的分析模式。

(9) 在**【引用集】**(Reference Set)组中，系统提供了3种选择：**【真体】**(True Body)、**【假体】**(False Body)和**【整个部件】**(Entire part)。其中**【真体】**(True Body)是默认的选项。

(10) 若想扩大分析对象的范围，可开启这3个选项：**【包括子装配】**(Include Subassemblies)、**【包括隐藏的体】**(Include Blanked Bodies)和**【包括紧固件】**(Include Fasteners)。

(11) 在**【安全区域】**(Clearance Zone)中，输入用于分析目标对象和工具对象的间隙值。

(12) 单击**【确定】**(OK)或**【应用】**(Apply)按钮，系统进行静态的干涉分析，弹出如图8-3所示的**【间隙浏览器】**(Clearance Brower)对话框，用户可根据分析结果进行检查。在**【类型】**(Type)中，显示为**【硬】**(Hard)的，即为发生硬干涉的组件。选择其左侧的检查框显示检查符，可将这两个干涉组件孤立显示，这样用户就可快速找到有问题的区域。



图 8-3 【间隙浏览器】对话框


8.1.2 模具运动仿真

8.1.2.1 功能概述

一个完整的模具装配通常包含几千个零件，这些零件在模具的冲压生产过程中，都有一定的相对运动关系，特别是对于级进模而言，由于条料的不断送进，每个工步都要考虑前一工步的影响。因此，只从闭合状态的模具中查找干涉区域是不够的，还需对送料运动进行检查。模具运动仿真工具可通过模拟模具的真实运动情况，快速检查干涉情况，以避免在模具生产后才发现问题。

8.1.2.2 使用方法

1. 添加运动学模型

(1) 在【工具验证】(Tool Validation) 工具条上，单击【加工刀具运动仿真】(Tooling Motion Simulation) 图标，弹出如图 8-4 所示的【加工刀具运动仿真】(Tooling Motion Simulation) 对话框。

(2) 在【类型】(Type) 组中，选择【添加运动学模型】(Add Kinematic Model)。

(3) 从【运动学模型】(Kinematic Model) 组的列表中，选择一个运动学模型的模板，系统默认提供了一个模板 (Tooling Kinematic Model)，也可定制其他的模板。

(4) 若需要，可在【目标目录】(Target Directory) 中指定运动学模型子装配的保持路径，默认情况下，其路径和模具装配的路径保持一致。

(5) 若需要重新定义命名规则，则可在【设置】(Settings) 组的【重新命名规则】(Rename Rule) 中，为运动学模型文件指定后缀。

(6) 若关闭【在运动学模型中隐藏 CSYS】(Hide Csys in Kinematic Model) 选项，则在条料的顶面显示坐标系；否则不显示坐标系。

(7) 若需在所有的体中创建运动学模型，则可勾选【包含隐藏体】(Include Hidden Bodies) 复选框显示检查符。

(8) 单击【应用】(Apply) 按钮，这样就可以添加运动学模型到模具装配中，如图 8-5 所示，可看到新增加的节点 *Tooling_kinematic_copy*。

(9) 【加工刀具运动仿真】(Tooling Motion Simulation) 对话框将变成如图 8-6 所示，需对运动学参数进行指定。根据机床和零件的特点指定合适的参数。

(10) 单击【应用】(Apply) 按钮，即可完成运动学参数的设置。

2. 为模具零件指定运动关系

(1) 在【加工刀具运动仿真】(Tooling Motion Simulation) 对话框中，从【类型】(Type) 组中，选择【安装组件】(Mount Component)，如图 8-7 所示。

(2) 在【安装组件】(Mount Component) 组的列表中，提供了多个预定义的类别，包括 *TOP*、*BOTTOM*、*LIFTER*、*STRIPPER* 和 *FEEDER*。选择其中一个类别，如 *TOP*，此时系统将高亮显示属于上模的零件。每个类别的组件都被赋予特定的运动关系。

(3) 在图形窗口中选择属于这个类别的组件。若想取消选择，则在按下 Shift 键的同时选择组件就可取消选择。



图 8-4 【加工刀具运动仿真】对话框



图 8-5 运动学模型



图 8-6 指定运动学参数



图 8-7 【加工刀具运动仿真】对话框

(4) 单击【应用】(Apply)按钮, 所选的组件将被添加到指定的类别。


(5) 重复上述步骤(2)~(4)的操作, 将模具组件归类到不同的类别中, 这样就完成了为组件指定运动关系的操作。

3. 添加用户定义的运动机构

对于模具的斜楔, 需通过下述方法来进行运动关系的定义。

(1) 在【加工刀具运动仿真】(Tooling Motion Simulation)对话框中, 从【类型】(Type)组中, 选择【定义斜楔】(Define Cam), 如图 8-8 所示。

(2) 从【定义斜楔】(Define Cam)组中选择【用户定义斜楔】(User Defined Cam), 单

击【定义斜楔】(Define Cam) 图标, 弹出如图 8-9 所示的【线性凸轮】(Linear Cam) 对话框, 可对斜楔的运动关系进行定义。

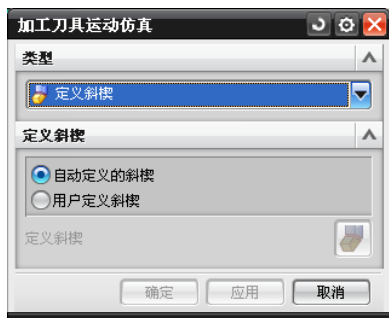


图 8-8 【加工刀具运动仿真】对话框



图 8-9 【线性凸轮】对话框


(3) 将【凸轮】(Cam) 组的【选择体】(Select Bodies) 处于激活状态, 在图形窗口中选择零件, 如滑块。

(4) 选择【凸轮驱动】(Cam Drive) 组的【选择体】(Select Bodies), 选择驱使滑块运动的零件, 如斜楔。

(5) 在【侧冲方向】(Cam Direction) 组中, 单击【选择方向】(Select Direction), 图形窗口中出现快速定位工具。这时需要指定侧向冲裁的方向。

(6) 在【逆止器偏置】(Backstop Offset) 中, 指定滑块移动的距离。

(7) 在【名称】(Name) 组中, 为新的运动机构指定名字, 如 cam01。

(8) 在【线性凸轮】(Linear Cam) 组中, 单击【添加新集】(Add New Set) 图标, 系统将对运动机构进行一次完整的动态模拟。若正确, 将把其添加进列表中。

(9) 单击【应用】(Apply) 按钮, 即可完成一个运动机构的定义。

(10) 若还有其他的运动机构需定义, 重复上述步骤 (3) ~ (9)。

(11) 返回到【加工刀具运动仿真】(Tooling Motion Simulation) 对话框中, 再单击【应用】(Apply) 或【确定】(OK) 按钮, 这样才可把新定义的斜楔保存在装配中。

4. 运行模拟仿真

(1) 在【加工刀具运动仿真】(Tooling Motion Simulation) 对话框中, 从【类型】(Type) 组中, 选择【运行仿真】(Run Simulation), 如图 8-10 所示。

(2) 在【运行仿真】(Run Simulation) 组中, 单击【运行仿真】(Run Simulation) 图标, 弹出【运行仿真】(Run

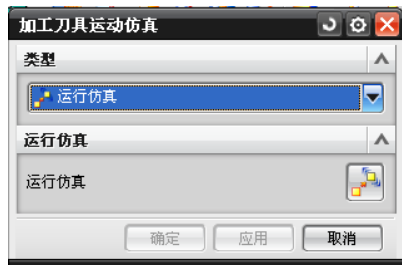


图 8-10 设置运行仿真的类型

Simulation) 对话框。

(3) 单击【播放】(Play) 图标, 观察模具各个零件的运动, 只有被指定到运动学节点的零件才可见。

(4) 在【碰撞】(Collision) 组中, 勾选【检查】(Check) 复选框显示检查符, 系统将执行动态碰撞检查。碰撞列表中将显示出现问题的零件。对于大型的模具装配, 建议一次只添加一部分零件来进行模拟仿真, 以便提高速度。

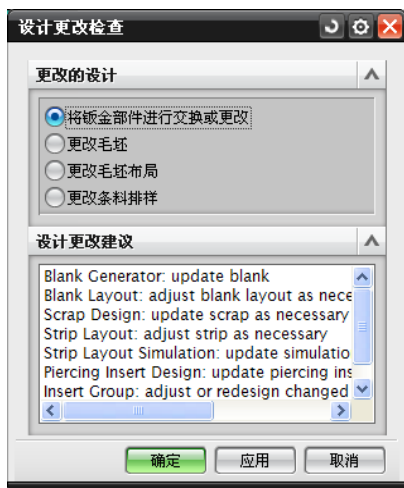



图 8-11 【设计更改检查】(Design Change Check) 对话框

(5) 在碰撞列表中, 选择某对碰撞, 单击右键, 选择【分析】(Analyze) 命令, 弹出【分析碰撞】(Analyze Collision) 对话框, 显示了两个零件之间的碰撞信息, 单击缩放图标, 可高亮显示问题区域。

(6) 在完成碰撞分析后, 单击【关闭】(Close) 按钮, 关闭对话框。

8.1.3 设计更改检查

在模具设计过程中, 会不断遇到需要更改设计意图的情况, PDW 根据不同的更改情况, 提供相应的建议。

在【工具验证】(Tooling Validation) 工具条上, 单击【设计更改检查】(Design Change Check) 图标, 弹出如图 8-11 所示的【设计更新检查】(Design Change Check) 对话框, PAW 列出了 4 种常见的更改设计的情况。

8.2 文档设计


主要介绍用于创建工程文件的工具, 包括创建物料清单、空表、装配图及组件图纸。

8.2.1 物料清单

8.2.1.1 功能概述

在完成模具设计后, 必须生成一张物料清单, 这样既可对整套模具所使用的零件和材料有个全面的统计, 也可方便相关部门根据该清单进行采购。PDW 提供了【物料清单】(Bill of Material) 工具, 可通过收集模具装配部件的属性信息, 生成完整的清单列表, 也可导出 Excel 文件格式的清单数据, 摆脱了以往依赖人工制作的烦琐过程, 体现了高效率、自动化的特点。

8.2.1.2 使用方法

在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条上, 单击【物料清单】(Bill of Material) 图标, 弹出如图 8-12 所示的【物料清单】(Bill of Material) 对话框, 系统自动搜索相关标准件的信息, 同时在顶层节点 (*_control) 的工程制图中, 已产生了一个零件明细表, 可以切换到【制图】(Drafting) 模块, 查看结果。

1. 编辑物料清单

- (1) 在【物料清单】(Bill of Material)对话框中，选择需要进行编辑的行；也可在图形窗口中选择需要编辑的标准件；还可在【装配导航器】(Assembly Navigator)中，选择需要编辑的标准件。
- (2) 在已选择的行中，在需要编辑的单元格上双击鼠标左键（若是空的单元格，只需单击），即可进入编辑状态，此时可输入相应的内容，再单击回车键，即可保留这些修改结果。
- (3) 在已选择行上单击鼠标右键，系统将提供如图 8-13 所示的编辑工具。



图 8-12 【物料清单】(Bill of Material)对话框



图 8-13 右键编辑工具

- 选择【编辑坯料尺寸】(Edit Stock Size)工具，系统将弹出如图 8-14 所示的【型材尺寸】(Stock Size)对话框，通过这个对话框，可以定义坯料的形状、尺寸和精度。
- 选择【隐藏组件】(Hide Component)工具，则此组件将从物料清单和部件明细表中移除，同时此类组件将被放置到【隐藏列表】(Hide list)中，如图 8-15 所示。若以后需要，可在【隐藏列表】(Hide list)中选择某个要恢复显示的组件，单击右键，选择【显示组件】(Show Component)命令，可将其重新显示在物料清单中。

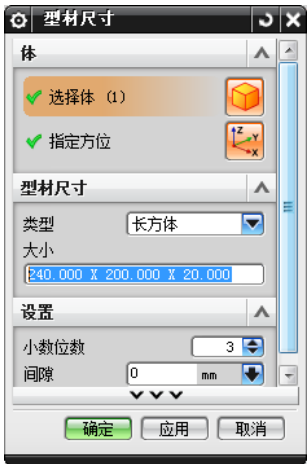


图 8-14 【型材尺寸】(Stock Size)对话框



图 8-15 隐藏列表

- 选择【组件信息】(Component Information)工具，系统将弹出【组件列表】(Component List)对话框，如图 8-16 所示，表中列出了相关组件部件的名称。



图 8-16 【组件列表】对话框

● 选择【导出至 Excel】(Export to Excel) 工具, 系统即可将整个物料清单导出为 Excel 格式的表格。

2. 为物料清单添加用户定义的组件

(1) 在【物料清单】(Bill of Material) 对话框中, 激活【选择组件】(Select Component) 工具, 在图形窗口或【装配导航器】(Assembly Navigator) 中, 选择需要添加到物料清单的组件, 将弹出如图 8-17 所示的对话框。

(2) 单击【确定】(OK) 按钮, 可将这个组件添加进物料清单中。若这个组件不具有某些关键属性, 如 CATALOG/SIZE, 系统会激活对应的单元格, 提示输入该组件的相关信息, 若不输入这些信息, 系统将弹出如图 8-18 所示的【添加组件】(Add Component) 对话框, 提示必须填写关键字段的信息。

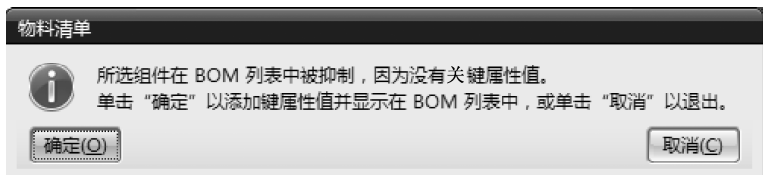


图 8-17 添加新组件的信息提示

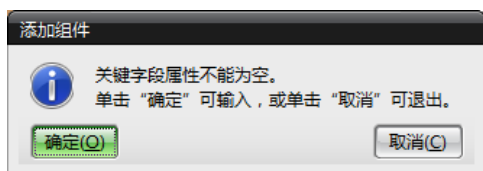


图 8-18 【添加组件】对话框

8.2.2 工程图纸


PDW 提供了专门的工具用于模具工程图的建立, 包括用于创建模具总装图的, 用于建立组件工程图的【组件图纸】(Component Drawing) 工具。特别是针对组件工程图, PDW 提供了批量创建图纸的方式。另外, 针对级进模的模板孔多的特点, PDW 提供了【孔表】(Hole Table) 工具, 可进行自动化的孔注释, 极大地提高创建工程图纸的效率。

8.2.2.1 装配图纸

1. 功能概述

利用【装配图纸】(Assemble Drawing) 工具可创建模具的装配工程图, 它基于组件的属性来控制组件在实体中现实与否, 因此在使用此工具时必须明确定义组件的具体属性。

2. 使用方法

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【装配图纸】(Assembly Drawing) 图标, 弹出【创建/编辑级进模图纸】(Create/Edit Progressive Die Drawing) 对话框, 如图 8-19 所示。

(2) 在【图纸】(Drawing) 选项卡中, 可以指定图纸的类型。

- 若选择【自包含】(Self Contained)，则产生的工程图纸将保存在*_control 顶层节点下。
 - 若选择【主模型】(Master Model)，系统将以主模型的方法来管理工程图，即创建一个新的顶层节点(*_assembly_drawing)，原来的*_control 节点自动成为其子节点，工程图纸放在新的顶层节点中。
- (3) 可以新建工程图纸、打开已有的图纸或者删除图纸。
- 在【图纸】(Drawing) 中选择【新建】，可选择—个预定义的图纸模板(A0、A1……) 来创建工程图纸，再单击【应用】(Apply) 按钮，即可创建新的工程图纸。若单击【确定】(OK) 按钮，系统除了创建图纸，还会关闭这个对话框。
 - 在【图纸】(Drawing) 中选择已有的图纸，如 SH1，就可切换到已有的图纸中。
 - 选择【删除图纸】(Delete Drawings) 工具，即可删除所选图纸。



图 8-19 【图纸】(Drawing) 选项卡

- (4) 选择【可见性】(Visibility) 选项卡，如图 8-20 所示，可以为零件指派属性。

- ① 在【属性值】(Attribute Value) 下拉列表中选择【俯视图】(TOP)，系统已为部分零件指定了该属性，所以将高亮显示。
- ② 在图形窗口中选择属于上模的零件。
- ③ 选择【指派属性】(Assign Attribute)，即可将这些零件指派到上模侧。用同样的方法，为【底视图】(Bottom) (下模) 的零件指定对应的属性。

(5) 选择【视图】(View) 选项卡，如图 8-21 所示。PDW 预定义了 4 个视图，每个视图都指定了相应的可见性控制属性。在视图列表中，选择 TOPHALE，指定视图的比例，然后单击【应用】(Apply) 按钮，系统自动在图纸上创建上模的底视图。以同样的方法，选择 BOTTOMHALE 创建下模俯视图，以及正向剖视图和侧向剖视图。



图 8-20 【可见性】(Visibility) 选项卡

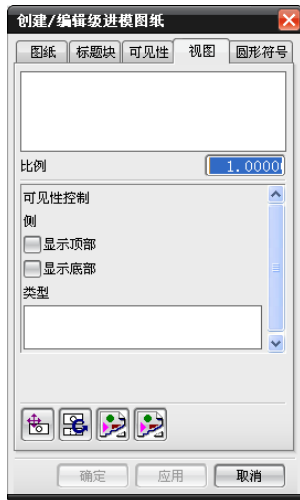


图 8-21 【视图】(View) 选项卡

(6) 要注意的是, 通过这种方式添加的视图在许多方面不理想, 若需要得到更详细的工程图, 则需要切换到【制图】(Drafting) 模块, 编辑剖面线的位置。尽可能表达更多的结构特征, 主要包括螺钉、销钉、导正销、浮料销、导柱、导套和凸、凹模等零件以及添加尺寸和注释。

8.2.2.2 组件图纸

1. 功能概述

PDW 提供了【组件图纸】(Component Drawing) 工具, 专门用于创建和管理模具零件的工程图, 它是以主模型的方式创建工程图纸。在使用本工具之前, 首先切换到【制图】(Drafting) 模块。

2. 使用方法

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【组件图纸】(Component Drawing) 图标, 弹出【组件图纸】(Component Drawing) 对话框, 如图 8-22 所示。

(2) 从组件列表中选择需要创建工程图纸的组件(若需选择多个组件, 则可在按下 Ctrl 键的同时, 选择这些组件)。也可通过设置类型, 如 PLATE、BENDING 等, 缩小组件的选择范围。

(3) 若需设置投影视角, 可在【设置】(Settings) 组中选择。

(4) 在选中的组件上单击右键, 选择【创建图纸】(Create Drawing) 命令, 系统为选中的组件创建图纸。同样, 也需要进入【制图】(Drafting) 模块, 对这些图纸进行编辑处理, 才可得到完善的零件工程图。



图 8-22 【组件图纸】(Component Drawing) 对话框

8.2.3 孔表

8.2.3.1 功能概述

【孔表】(Hole Table) 工具能够为零件中的孔自动创建表格注释, 可基于孔的直径与类型进行分类, 按照直径的递增关系安排孔表的顺序。每个分类中的孔, 可按照与基准间的距离


进行增量排列。

此工具只支持单个实体或单个组件，若图纸包含多个实体或组件，则孔表中显示的只是其中的某个体的注释。另外，一旦创建了孔表，若模型进行了更改，则必须利用孔表的工具来进行更新。

8.2.3.2 使用方法

1. 创建孔表

(1) 打开需要创建孔表的组件，切换到【制图】(Drafting) 模块，创建相关的视图，以便定义坐标原点和添加孔表注释。

(2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中，单击【孔表】(Hole Table) 图标，弹出【孔表】(Hole Table) 对话框，如图 8-23 所示。

(3) 从【类型】(Type) 下拉列表中选择【创建表】(Create Table)。

(4) 在【原点】(Origin) 组中，单击【选择坐标原点】(Select Ordinate Origin)，在已创建的视图上，选择一个点作为原点。

(5) 默认是【正象限 I】(Position Quadrant I)，若需要，可在【设置】(Settings) 组中指定正的象限。

(6) 在【孔】(Holes) 组中，选择合适的选择方式，如图 8-23 所示，然后选择需要创建注释的孔。

- 【视图选择】(View Selection)：选择一个需要创建孔注释的视图。
- 【窗口选择】(Window Selection)：通过拖拽鼠标，拉出矩形窗口选择需要创建孔注释的圆或圆弧。

(7) 单击【指定表原点】(Specify Table Origin)，在图形窗口中指定孔表的放置位置。

(8) 单击【确定】(OK) 或【应用】(Apply) 按钮，系统将在指定的位置上创建孔表。



图 8-23 【孔表】(Hole Table) 对话框

2. 更新孔表

(1) 从【类型】(Type) 下拉列表中选择【更新表】(Update Table)。

(2) 在【编辑】(Edit) 组中, 选择【选择表】(Select Table), 在图形窗口中选择需要进行更新的孔表。

(3) 单击【确定】(OK) 或【应用】(Apply) 按钮, 系统立即对孔表进行更新。

8.3 流程管理

PDW 为项目的流程管理提供了强大的支持。通过【转换管理】(Changeover Management) 可在一个设计项目中管理多个产品或料带数据, 实现已有设计数据的重复使用, 缩减成本; 【并行设计管理】(Concurrent Design Management) 支持多人协作的方式完成模具的设计, 保证设计数据之间的关联性, 从而有效地缩短设计周期。

8.3.1 转换管理

1. 功能概述

针对在实际工作中经常需要将多个相似度高的产品进行模具设计的情况, 为了避免重复设计导致效率低、成本高的问题, PDW 提供了【转换管理】(Changeover Management) 工具, 可在一个模具项目的装配中管理多个产品或料带数据, 这些相似度高的产品间除了可以共享绝大部分模具零件外, 各个产品还可单独管理其特有的模具零件, 达到共享与唯一的完美结合。

【转换管理】(Changeover Management) 工具为重复使用已有的设计项目提供了最有效的解决途径, 极大地简化了数据管理的流程, 有效地缩减开发成本。

2. 使用方法

数据的转换管理是一个工作流程, 涉及多个工具的应用, 下面重点阐述有关的关键流程, 具体操作步骤和使用方法在案例分析中体现。

- (1) 在已有的模具设计项目中, 为新零件创建一个新的转换管理。
- (2) 通过模型的交换, 将新零件导入到转换管理中。
- (3) 在新的转换管理中, 修改废料设计和中间工步, 取决于具体情况。
- (4) 将不需要的模具零件从转换管理中移除。
- (5) 根据新的零件设计新的模具零件, 同时添加到转换管理中。

8.3.2 并行设计管理

1. 功能概述

传统的并行设计会出现数据干涉、缺乏关联性、难以进行设计更改等诸多难题, 这些问题的出现都源于设计数据缺乏有效的流程管理。PDW 提供的【并行设计管理】(Concurrent Design Management) 工具可以很好地解决数据权限和数据共享等问题。项目负责人可以轻松地每位参与者分配具体的任务; 每位参与者都有自己独立的设计节点, 可有效地避免数据的干涉, 同时防止意外修改; 每位参与者还可检查、参考其他参与者的设计结果。

【并行设计管理】(Concurrent Design Management) 工具支持多个设计在一个项目中同时工作, 极大地提高了设计效率, 明显缩短了交货时间。

2. 使用方法

并行设计是工作流程，并非简单的工具，下面给出有关的使用步骤，具体操作步骤和使用方法在案例分析中体现。

- (1) 项目负责人登陆。
- (2) 项目负责人为每位参与者分配任务。
- (3) 每位参与者打开项目，用自己的账号登陆。
- (4) 每位参与者独立设计完成自己的任务。
- (5) 每位参与者保持自己的设计数据，同时可参考其他设计者的设计数据。


8.4 快速报价

本节主要介绍如何利用 PDW 提供的工具进行模具的快速、准确报价，以便为企业赢得更多的订单，创造更高的效益。

1. 功能概述

【快速报价】(Quick Quotation) 基于条料的标准化报价系统，以概念化的结构设计来评估相关零件的成本。用户可将企业标准和经验知识通过配置添加到快速报价系统中。

2. 使用方法

(1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中，单击【快速报价】(Quick Quotation) 图标，弹出【快速报价】(Quick Quotation) 对话框。指定本次报价的关键信息，包括报价编号、日期、报价员和客户。

(2) 将【类型】(Type) 设置为【项目定义】(Project Definition)。输入模具的关键信息，包括行数、毛坯大小、工位数、节距、条料宽度和厚度、材料及其使用率及复杂系数。

(3) 将【类型】(Type) 设置为【概念设计】(Concept Design)，利用条料绘制模架、成形零件和折弯零件的外形尺寸，同时指定所需时间和设计价格。

(4) 将【类型】(Type) 设置为【分组】(Grouping)，指定各个概念轮廓的镶块类型，系统提供的类型包括冲裁、折弯、成形、翻孔和斜楔单元。

(5) 将【类型】(Type) 设置为【报价】(Quoting)，指定模板数量、模板和镶块的厚度、材料、是否热处理。

(6) 单击【应用】(Apply) 按钮，即可生成模具的报价。


8.5 案例分析

8.5.1 静态下检查干涉

演示如何进行静态干涉检查，发现是否存在问题。

将练习目录“\...chapter_8\”中的 case_1 文件夹复制到电脑中。打开 case_1\prj_control_013.prt。

检查上模板与导套是否存在干涉，步骤如下：

(1) 单击【静态干涉检查】(Static Interference Check) 图标，弹出【静态干涉检查】(Static Interference Check) 对话框。

(2) 激活【用户定义集】(User Defined Sets) 组中的第一个【选择对象】(Select Object) 工具，在图形窗口中选择上模板，如图 8-24 (a) 所示。

(3) 单击第二组的【选择对象】(Select Object) 工具，在图形窗口中选择导套，如图 8-24 (b) 所示。

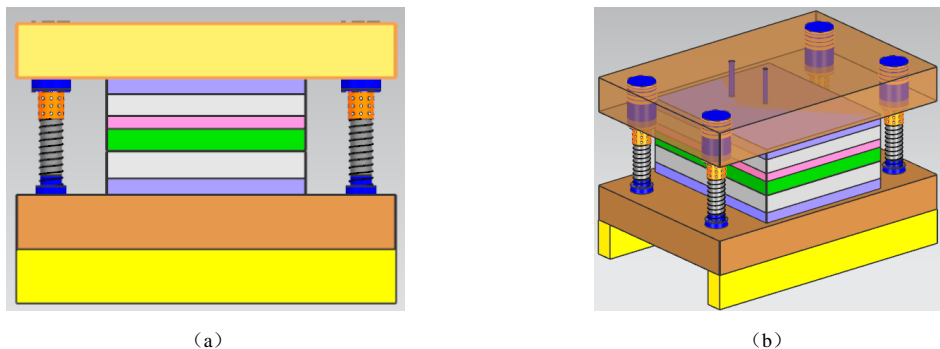


图 8-24 选择检查对象

(4) 在【设置】(Settings) 组中，确认【分析模式】(Analyze Mode) 设置为【基于实体】(Solid Based)，【引用集】(Reference Set) 设置为【真体】(True Body)。

(5) 【安全区域】(Clearance Zone) 设置为 0.01，如图 8-25 所示。

(6) 单击【应用】(Apply) 按钮，系统进行静态的干涉分析，弹出如图 8-26 所示的【间隙浏览器】(Clearance Browser) 对话框。在【干涉】(Interference) 节点下可看到有 4 组干涉，属于硬干涉，需要重点留意。勾选检查框，可将两个干涉对象独立显示，方便更好地观察问题区域。而这 4 处干涉区域实际上属于过盈配合，硬干涉是可以接受的，因此，可将这 4 个干涉移动到【已忽略】(Ignored) 节点。

(7) 重复使用上述方法检查其他的干涉零件。

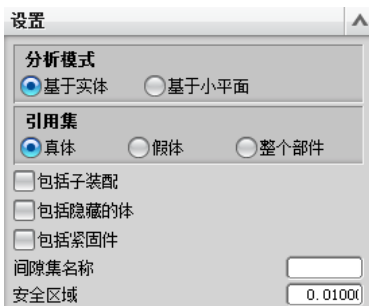


图 8-25 设置分析参数

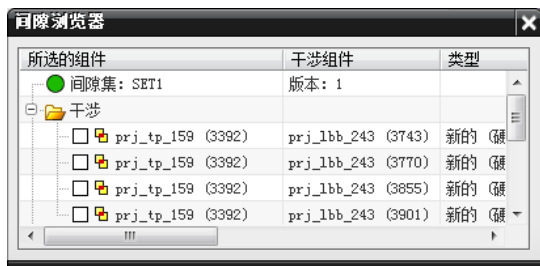


图 8-26 分析结果

8.5.2 运动中检查干涉

介绍如何进行模具的动态模拟，并进行检查。

1. 建立运动学模型

(1) 单击【加工刀具运动仿真】(Tooling Motion Simulation) 图标，弹出【加工刀具运动仿真】(Tooling Motion Simulation) 对话框。

(2) 在【类型】(Type) 组中，选择【添加运动学模型】(Add Kinematic Model)。

(3) 从【运动学模型】(Kinematic Model) 组的列表中，选择 Tooling Kinematic Model。

(4) 其他采用默认设置。

(5) 单击【应用】(Apply) 按钮，即可添加运动学模型到模具装配中，如图 8-27 所示，可看到新增加的节点 prj_Tooling_kinematics_227。

(6) 指定机床和模具的运动学参数，如图 8-28 所示。

(7) 单击【应用】(Apply) 按钮。

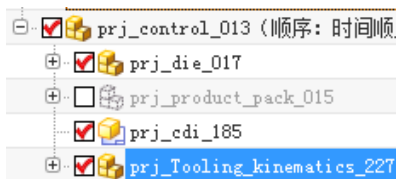


图 8-27 运动学节点

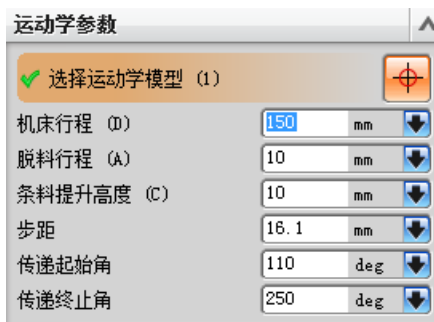


图 8-28 运动学参数

2. 安装组件

(1) 从【类型】(Type) 组中，选择【安装组件】(Mount Component)。

(2) 指定属于 TOP 的组件，结果如图 8-29 所示。

(3) 用同样的方法指定属于 BOTTOM 的组件，结果如图 8-30 所示。

(4) 用同样的方法指定属于 LIFTER 的组件，即浮料销。

(5) 用同样的方法指定属于 STRIPPER 的组件，结果如图 8-31 所示。

(6) 用同样的方法指定属于 FEEDER 的组件，即条料。

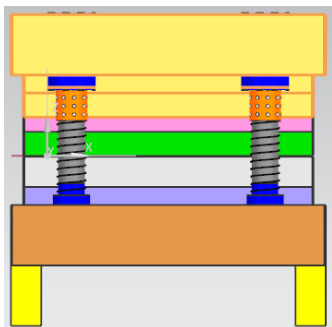


图 8-29 TOP 组件

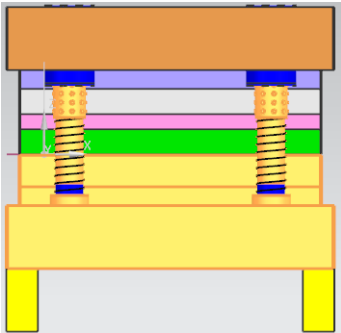


图 8-30 BOTTOM 组件

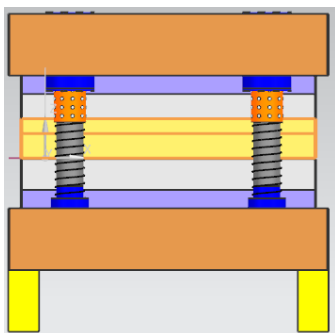



图 8-31 STRIPPER 组件

3. 运行仿真

(1) 从【类型】(Type) 组中，选择【运行仿真】(Run Simulation)。



图 8-32 【运行仿真】(Run Simulation) 对话框


(2) 单击【运行仿真】(Run Simulation) 图标, 弹出【运行仿真】(Run Simulation) 对话框, 如图 8-32 所示。

(3) 单击【播放】(Play) 图标, 观察模具各个零件的运动。

4. 检查碰撞

(1) 在【运行仿真】(Run Simulation) 对话框中, 勾选【检查】(Check) 复选框显示检查符, 系统将执行动态碰撞检查。碰撞列表中将显示出现问题的零件, 如图 8-33 所示。

(2) 在其中一对碰撞零件上单击右键, 选择【分析】(Analysis) 命令, 弹出如图 8-34 所示的【分析碰撞】(Analyze Collision) 对话框, 其中列出了发生此次碰撞的角度、类型等信息。

(3) 在【分析碰撞】(Analyze Collision) 对话框中, 点击缩放图标, 此时可以在图形窗口中看到高亮显示的问题区域。

(4) 单击【关闭】(Close) 按钮, 退出【分析碰撞】(Analyze Collision) 对话框。

(5) 可用上述方法找出其他发生碰撞的区域, 在此不再赘述。

| 碰撞 | | |
|--|-----------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> 检查 | <input type="checkbox"/> 停止 | <input checked="" type="checkbox"/> 高亮显示 |
| Part 1 | Part 2 | Type |
| TOOLING_ATTACH_... | TOOLING_ATTACH_... | Col |
| TOOLING_ATTACH_... | TOOLING_ATTACH_... | Col |
| TOOLING_ATTACH_... | TOOLING_ATTACH_... | Col |
| TOOLING_ATTACH_... | TOOLING_ATTACH_... | Col |

图 8-33 碰撞零件列表




图 8-34 【分析碰撞】(Analyze Collision) 对话框

5. 保存

双击顶层节点 prj_control_013, 将其设为工作部件, 然后在【标准】(Standard) 工具条上单击【保存】(Save) 按钮, 使系统保存装配中的所有文件。

8.5.3 建立物料清单

此部分内容介绍如何创建物料清单，包括在清单中隐藏组件，修改零件的材料、确定坯料尺寸，主要为：

- (1) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 工具条上，单击【物料清单】(Bill of Material) 图标，弹出【物料清单】(Bill of Material) 对话框，系统自动搜索相关标准件的信息并将其显示在列表中。
- (2) 在列表中点击某个零件，注意观察图形窗口，相应的零件将高亮显示，如 Top Plate。
- (3) 在列表中隐藏模架。
 - ① 选择第 21 行，类别名称为 Empty，此时整个模架高亮显示。
 - ② 单击右键，选择【隐藏组件】(Hide Component)，如图 8-35 所示。
 - ③ 由于选中的组件是一个装配，所以弹出如图 8-36 所示的对话框，选择【隐藏为子装配】(Hide as Subassembly)，即可将模架从列表中移除。

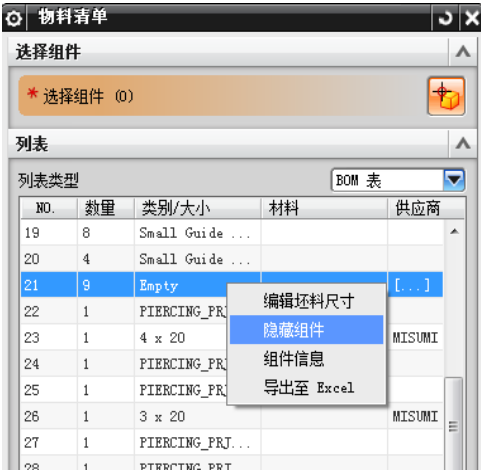


图 8-35 隐藏组件

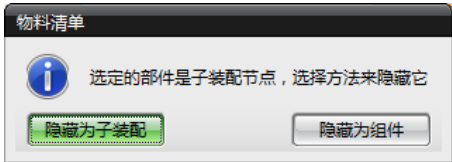


图 8-36 隐藏组件及子装配

- (4) 添加/修改零件的材料。
 - ① 注意观察材料列，部分组件没有列出所用的材料。选择第 9 行，即类别名称为 Top Plate[50]。
 - ② 双击与材料对应的单元格，输入材料名称，如 Cr12。
 - ③ 结果如图 8-37 所示。用同样的方法可为其他零件指定合适的材料。

| | | | |
|----|---|------------------|------|
| 8 | 2 | Parallel Bar[50] | |
| 9 | 1 | Top Plate[50] | Cr12 |
| 10 | 1 | Die Shoe[50] | |

图 8-37 修改材料

- (5) 计算毛坯尺寸。
 - ① 对于成形零件，需要确定其毛坯尺寸值，选择第 1 行，即类别名为 BURNING_PRJ_BURNING_PUNCH_223。
 - ② 单击右键，选择【编辑坯料尺寸】(Edit Stock Size) 命令，如图 8-38 所示。

- ③ 弹出【型材尺寸】(Stock Size)对话框,系统根据零件的形状列出了该毛坯的尺寸值。
- ④ 在【设置】(Settings)组中,将【小数位数】(Decimal Places)改为0。
- ⑤ 单击【确定】(OK)按钮,系统将该毛坯的尺寸自动写入列表中,如图8-39所示。用同样的方法为其他有需要的零件创建坯料尺寸。



图 8-38 编辑坯料

| 列表 | | | | | |
|-------|----|-------------------------------|----|-------|------------|
| 列表类型 | | | | | |
| BOM 表 | | | | | |
| NO. | 数量 | 类别/大小 | 材料 | 供应商 | STOCK_SIZE |
| 1 | 1 | BURRING_PRJ_BURRING_PUNCH_223 | | PUNCH | 5 X 5 X 55 |

图 8-39 坯料尺寸

8.5.4 为组件创建工程图

1. 为模板创建工程图纸

(1) 进入制图模块。


① 在【标准】(Standard)工具条上,从【文件】(File)下拉菜单中选择【制图】(Drafting)。

② 关闭弹出的【视图创建向导】(View Creation Wizard)对话框。

(2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard)工具条上,单击【组件图纸】(Component Drawing)图标,弹出【组件图纸】(Component Drawing)对话框。

(3) 按下 Ctrl 键的同时,在列表中选择各块模板,如图8-40所示。亦可在【组件类型】(Component Type)中选择 PLATE。

(4) 在【设置】(Settings)组中选择【第三角投影】(3rd Angle Projection)。

(5) 单击【创建图纸】(Create Drawing)图标,系统会为各块模板建立图纸。

2. 管理图纸

(1) 在【组件图纸】(Component Drawing)对话框,【图纸】(Drawing)选项下,选择【更新图纸】(Update Drawing)。列表中显示的全是已经生成了图纸的组件。

(2) 选择其中某个组件,如 prj_tp_159,单击右键,选择【打开图纸】(Open Drawing)命令,如图8-41所示。系统即可切换到所选组件的图纸中。此时可看到每个组件的图纸具有视图,但是如需要利用制图工具进一步完善。



图 8-40 创建图纸

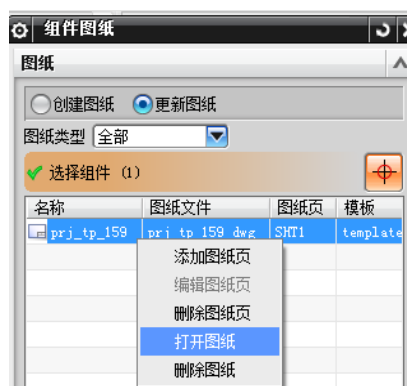


图 8-41 打开图纸

3. 为翻孔凸凹模创建图纸

(1) 在【组件图纸】(Component Drawing)对话框中, 确认选中【创建图纸】(Create Drawing)。

(2) 在【组件类型】(Component Type)下拉列表中选择翻孔, 此时系统将把翻孔凸、凹模显示在列表中, 如图 8-42 所示。

(3) 选择这 2 个组件, 单击【创建图纸】(Create Drawing)图标为其创建图纸。



图 8-42 创建图纸

8.5.5 创建孔表

1. 创建孔表

- (1) 进入制图模块。
- (2) 在【级进模向导】(Progressive Die Wizard) 选项卡中, 单击【孔表】(Hole Table) 图标, 弹出【孔表】(Hole Table) 对话框。
- (3) 从【类型】(Type) 下拉列表中选择【创建表】(Create Table)。
- (4) 确认激活【选择原点】(Select Origin), 单击【点对话框】(Point) 图标, 弹出【点】(Point) 对话框。
- (5) 选择【点位置】(Point Position), 选择图行中俯视图的右下角作为坐标原点。如图 8-43 所示。
- (6) 单击【确定】(OK), 返回【孔表】(Hole Table) 对话框。
- (7) 选择【选择对象】(Select Object), 在图形窗口中选择俯视图。
- (8) 选择【原点】(Origin) 组中的【指定位置】命令, 此时在图形窗口中出现孔表, 如图 8-44 所示。
- (9) 把鼠标移至图框中的空白区域单击, 即可确定孔表的放置点。

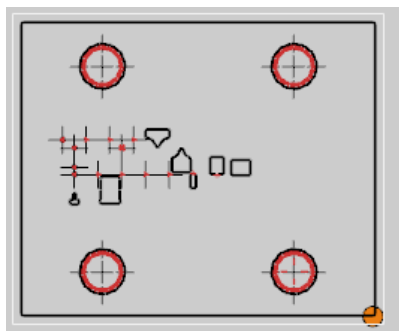


图 8-43 设置坐标原点

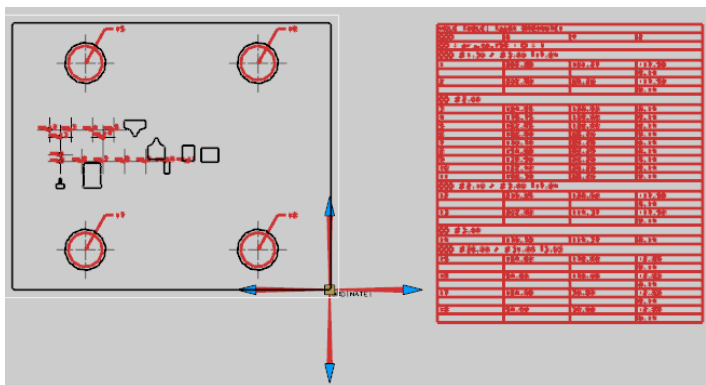


图 8-44 生成孔表

2. 更新孔表

- (1) 孔表生成后, 若根据设计需要, 其中某些孔的形状尺寸或者位置发生变化时, 模型

更改后需要更新表孔，以更新数据。

(2) 在图形窗口中将鼠标移至孔表左上角，会出现一小方框，在此处单击右键，选择【更新孔表】(Update Table)，如图 8-45 所示，即可完成孔表中数据的更新。

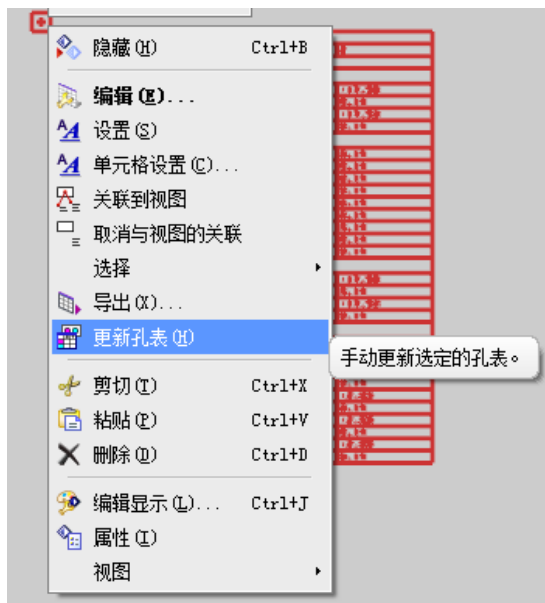


图 8-45 更新孔表

参考文献

- [1] 余学文, 周盛. UG NX4 级进模设计培训教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [2] 周传宏. UG NX4.0 级进模设计实例——入门到精通[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [3] 魏春雷, 徐慧民. 冲压工艺与模具设计[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2009.
- [4] 李颖晴, 肖金财. NX 8.0 级进模设计技术应用与实例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
- [5] 徐政坤. 冲压模具及设备[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [6] 陈炎嗣. 多工位级进模设计手册[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
- [7] 杨玉英. 实用冲压工艺及模具设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [8] 刘占军. 多工位级进模设计及实例精解[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [9] 金龙建. 多工位级进模典型结构图册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [10] 吴伯杰. 冲压工艺与模具[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [11] 李建军, 李德群. 模具设计基础及模具 CAD[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [12] 夏巨谌, 李志刚. 中国模具设计大典[M]. 江西科学技术出版社, 2003.
- [13] 许发樾. 模具标准应用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.
- [14] 曾斌. 模具设计与制造基础[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [15] 陈炎嗣. 多工位级进模设计与制造[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [16] 江慎章, 金龙建等. 多工位级进模设计实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [17] 欧阳波仪. 多工位级进模设计标准教材[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [18] 成虹. 多工位精密级进模设计及案例精选[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [19] 宁建华. 多工位级进模设计方法与技巧[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [20] 范建蓓. 冲压模具设计与实践[M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.
- [21] 胡成武, 胡泽豪. 冲压工艺与模具设计[M]. 武汉: 中南大学出版社, 2012.
- [22] 丁友生. 冷冲模设计与制造[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2011.
- [23] 贾铁钢. 冷冲压模设计与制造[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [24] 姜奎华. 冲压工艺与模具设计[M]. 北京: 北京大学出版社, 2011.